ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1924.

PRÉSIDENCE DE M. Guillaume BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **E.-L. Bouvier** donne connaissance de la Notice nécrologique suivante :

L'Académie vient d'éprouver une grande perte : **Jacques Loeb**, un des plus illustres parmi ses membres correspondants, est mort subitement, aux îles Bermudes, à l'âge de 64 ans, alors qu'il était en pleine activité scientifique, et que les recherches de chimie physique poursuivies, dans ces dernières années, par ce biologiste faisaient l'admiration de beaucoup de chimistes de métier. Biologiste, physiologiste, chimiste, il était tout cela, et même psychologue. Mais tous ses travaux — et ils se chiffrent par centaines — sont dominés par l'idée du déterminisme physico-chimique des phénomènes de la vie : prévoir une réaction, s'en rendre maître, tel était le but principal de ses recherches.

Dès le début de sa carrière scientifique, Loeb s'efforce de montrer l'automatisme des actes des animaux et expose sa célèbre théorie des tropismes (1889), qu'il n'a cessé depuis d'étayer sur des faits toujours plus nombreux. Il rêve ensuite d' « imiter » dans tous ses détails, un phénomène « essentiellement vital », et c'est, en 1899, sa découverte la plus retentissante : la parthénogenèse artificielle, la fécondation chimique. Il passe plusieurs années à en perfectionner les méthodes, à en tirer, avec une ingéniosité et une profondeur de vues admirables, les conséquences pour la biologie générale, la physiologie, la pathologie. Que d'autres découvertes importantes, relatives au fonctionnement des centres nerveux, à la régénération chez les animaux et les plantes, aux actions antagonistes des sels dans l'organisme !... A Chicago, puis à Berkeley en Californie, enfin à l'Institut Rockefeller de New-York, dont il dirigeait la section de physiologie, aux

stations maritimes de Woods-Holl, des Bermudes, ce travailleur infatigable ne cessait de scruter la vie pour lui arracher ses secrets.

Loeb a exercé une grande influence sur les jeunes générations par ses livres, dont la plupart sont traduits en français : *la Dynamique des phénomènes de la vie*, le plus riche peut-être en idées fécondes, *la Conception mécanique de la vie*, *la Fécondation chimique*, *Forced movements*, *Tropisms and animal Conduct*, *the Organism as a whole*, *Proteins and Theory of colloïdal Behavior*... dont la traduction, remaniée par Loeb lui-même, va paraître incessamment dans la collection Borrel. En 1918, Loeb a fondé le *Journal of general Physiology;* dans les mémoires qu'il y publiait régulièrement sur les propriétés des colloïdes, il a donné toute la mesure de son génie.

NAVIGATION AÉRIENNE ET MÉTÉOROLOGIE. — *Cause et origine des cyclones et des typhons*. Note de M. **F.-E. Fournier.**

1. Parmi les nuages flottant dans l'atmosphère, les plus élevés sont les *cirrus* parce que leur densité y est réduite le plus possible par la congélation, en petits glaçons, d'une portion de leurs particules aqueuses.

2. Dans le cas où la répartition, essentiellement variable, de ces cirrus sur leur couche dominante, concentrique au niveau des mers, les soumet, temporairement, à une compression exceptionnelle sur une étendue considérable de cette couche, entre deux de ses parallèles astronomiques, ce volume s'y débite dans le sens le plus favorable à sa détente, qui est celui de sa circulation atmosphérique, de l'Ouest vers l'Est. Son centre y suit alors un parallèle intermédiaire avec sa vitesse propre, V, et ses autres parties intégrantes participent autour de lui à un mouvement tourbillonnaire d'ensemble, à dépression centrale, dans lequel ce sont évidemment les cirrus, dont la vitesse est la plus rapide vers l'Est, sur leur parallèle le plus rapproché de l'équateur, qui infléchissent leur direction de manière à contourner, sur son avant, le tourbillon ainsi amorcé, c'est-à-dire : *de l'Est vers le Nord*, ou, *de l'Est vers le Sud*, selon qu'il se produit dans l'*hémisphère Nord*, ou dans l'*hémisphère Sud*.

3. Or, ce sens de la rotation, qui s'impose aux tourbillons à dépression centrale des cirrus, étant précisément celui de la rotation de tous les cyclones et les typhons du niveau terrestre, il semble en résulter que ceux-ci ont leur cause et leur origine dans un tourbillon cyclonique des cirrus dont leur viendrait l'entraînement giratoire.

4. Cette conception nouvelle est d'autant plus admissible d'ailleurs, qu'elle seule peut expliquer pourquoi les cyclones et les typhons sont toujours précédés et accompagnés d'une descente des cirrus.

Les cirrus que l'on voit ainsi descendre sont en effet, sans doute, ceux qui, en contournant l'avant de leur tourbillon cyclonique, y subissent des entre-choquements assez violents pour élever leur température au point de ramener à l'état aqueux leurs particules congelées, en augmentant, en conséquence, leur densité, de manière à les abaisser à des niveaux moins froids où ils nous apparaissent sous leurs formes nuageuses bien caractéristiques.

5. Il faut observer d'ailleurs, à l'appui de cette hypothèse, que l'entraînement giratoire de l'air jusqu'au niveau terrestre, sur une profondeur ne dépassant guère le *dixième* du diamètre des grands cyclones de l'océan Indien, par exemple, s'explique aisément par la *rigidité relative* des cirrus due à la cohésion exceptionnelle de l'ensemble de leurs particules congelées, comparativement avec la fluidité de la couche d'air les séparant de ce niveau limite.

6. Enfin, à ces particularités caractéristiques de la circulation de l'air dans les cyclones et les typhons, s'en ajoute une autre, décisive alors, en confirmation de cette même hypothèse; c'est le fait que le vent n'y prend pas naissance sur le sol, car sa vitesse giratoire G y fait brusquement irruption en y exerçant une charge dynamiqne $\mu_1 G_1^2$, de masse spécifique μ_1, par unité de volume et de surface, qu'y transmet donc manifestement par entraînement giratoire, d'un niveau à l'autre, le tourbillon supérieur des cirrus sur son contour extérieur de rayon r_1, et dont un *dirigeable*, en navigation aérienne, subirait donc subitement le choc en y pénétrant, quelle que soit l'altitude à laquelle il pourrait soutenir son vol.

Or, V étant la vitesse translatoire de ce cyclone des cirrus, le choc subit du vent, qu'y subirait un dirigeable en y pénétrant, aurait pour résultante

$$\mu_1 V^2 + \mu_1 G_1^2$$

du *côté dangereux* du tourbillon, et $\mu_1 V^2 - \mu_1 G_1^2$, de son *côté maniable*.

De plus, en supposant qu'il ne soit pas désemparé par ce choc initial, il courrait à une perdition certaine s'il ne s'en dégageait pas, latéralement, avant d'être entraîné jusqu'à son centre.

Cependant un dirigeable aura toujours intérêt à voler le plus haut possible; car s'il a la mauvaise fortune de se heurter à un cyclone, c'est toujours le même choc des vents qu'il y subira, en y pénétrant à quelque altitude qu'il s'y trouve et il lui restera la chance de s'en tirer par sa

manœuvre. Mais il courra, ainsi, moins de risques de faire une autre rencontre plus dangereuse : celle de nuages orageux capables de le foudroyer, comme *Le Dixmude*, s'il ne peut éviter de les traverser; car ces nuages étant mis en tension électrique par l'induction permanente de l'électricité négative du sol, s'en rapprochent sous son attraction, d'autant plus près, que leur potentiel destructif, par la foudre, est plus redoutable aux dirigeables.

Nota. — J'exposerai, dans une prochaine Note, les lois de la circulation relative de l'air dans les cyclones et les typhons, telles qu'elles ressortent de cette nouvelle conception de la cause et de l'origine de ces tourbillons atmosphériques à dépression centrale.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Autoxydation et action antioxygène. Propriétés catalytiques de l'iode et de ses composés : généralisation du phénomène* (VII). Note de MM. **Charles Moureu** et **Charles Dufraisse.**

Dans une précédente Note ([1]), nous avons exposé une théorie générale de la catalyse d'autoxydation par des corps susceptibles de s'oxyder facilement, dans des conditions déterminées, en donnant des peroxydes. Cette théorie s'appliquait également bien aux deux catalyses inverses (positive et négative), entre lesquelles elle établissait ainsi une étroite parenté. Rappelons, en particulier, qu'en ce qui concerne la catalyse négative (action antioxygène), nous admettions la destruction mutuelle de deux peroxydes : peroxyde du corps autoxydable et peroxyde du corps antioxygène, le système formé par le corps autoxydable, l'oxygène et le corps antioxygène, se trouvant constamment ramené à l'état initial. Pour expliquer, par un exemple concret, notre manière de concevoir le phénomène, nous avions choisi comme type de corps facilement peroxydables l'iode et les iodures, et comme réaction de destruction mutuelle de peroxydes la décomposition catalytique de l'eau oxygénée.

Un grand nombre de corps simples et de corps composés sont de même facilement peroxydables, et c'est dans les directions les plus variées que furent poursuivies nos investigations. Il nous apparut qu'à l'appui de notre théorie il serait particulièrement démonstratif d'apporter d'abord des expériences effectuées précisément sur les corps qui avaient si bien convenu pour

([1]) *Sur l'autoxydation : essai sur le mécanisme de l'action antioxygène* (V) (*Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 624).

l'illustrer, et nous présentâmes, parmi les faits que nous possédions déjà, un ensemble homogène, qui concernait les propriétés catalytiques de l'iode et de ses composés sur l'autoxydation de l'acroléine ([1]). Nous reprenons aujourd'hui la série de nos publications. La présente Note a pour objet d'établir la généralité du phénomène dans le cas de l'iode et de ses composés.

Ces nouvelles expériences, exécutées suivant notre technique antérieurement décrite, concernent, comme corps autoxydables : 1° une série d'aldéhydes de constitutions diverses : aldéhydes acétique, butyrique (normal), isobutyrique, isovalérique, œnanthylique, benzoïque, phénylacétique, hydrocinnamique, cinnamique, furylique (furfurol); 2° un hydrocarbure : le styrolène; 3° un hydrocarbure halogéné : l'α-bromostyrolène $C^6H^5CBr = CH^2$; 4° un sel minéral : le sulfite de soude; 5° un produit naturel : l'huile de lin.

Les catalyseurs sur lesquels nous avons le plus souvent expérimenté sont l'iode libre, l'iodure de sodium, l'iodure ferreux, l'iodure de nickel, l'iodhydrate de méthylamine, l'iodoforme. Ils ont tous été opposés aux divers corps autoxydables indiqués ci-dessus à la dose d'un millième. Dans quelques cas, des essais ont en outre été exécutés avec d'autres doses, et aussi avec d'autres catalyseurs : acide iodique; iodures de potassium, de lithium, d'argent, de calcium, de magnésium, de zinc, de mercure (au maximum), d'ammonium; iodhydrates de diméthylamine, de triméthylamine; iodométhylate-α de spartéine; tétraiodure de carbone, iodure d'acétylène, iodosobenzène, iodylobenzène. On a toujours opéré à la lumière artificielle (lampe à incandescence, en chambre noire).

Comme on peut s'en rendre compte, ces recherches représentent un travail considérable. Chaque expérience effectuée sur un corps autoxydable déterminé, avec un catalyseur déterminé, agissant à une dose déterminée, n'exige pas moins de vingt mesures (niveau du mercure dans notre tube barométrique après des temps divers). Aussi n'avons-nous pas pu multiplier indéfiniment les essais. Nous estimons toutefois que nos observations sont assez nombreuses et assez variées pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions offrant un réel caractère de généralité.

Aldéhydes. — L'ensemble de nos résultats rappelle de tous points ceux que nous avons trouvés dans le cas de l'acroléine, réserve faite de l'action

---

([1]) *Autoxydation et action antioxygène. Propriétés catalytiques de l'iode et de ses composés. Cas de l'acroléine* (VI) (*Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 797).

chimique propre que peut exercer le catalyseur sur le corps autoxydable (combinaison, polymérisation; l'iode libre par exemple, polymérise plus ou moins rapidement certains aldéhydes, tel l'aldéhyde isobutyrique). Nous parlerons d'abord de l'aldéhyde benzoïque, qui a retenu longuement notre attention.

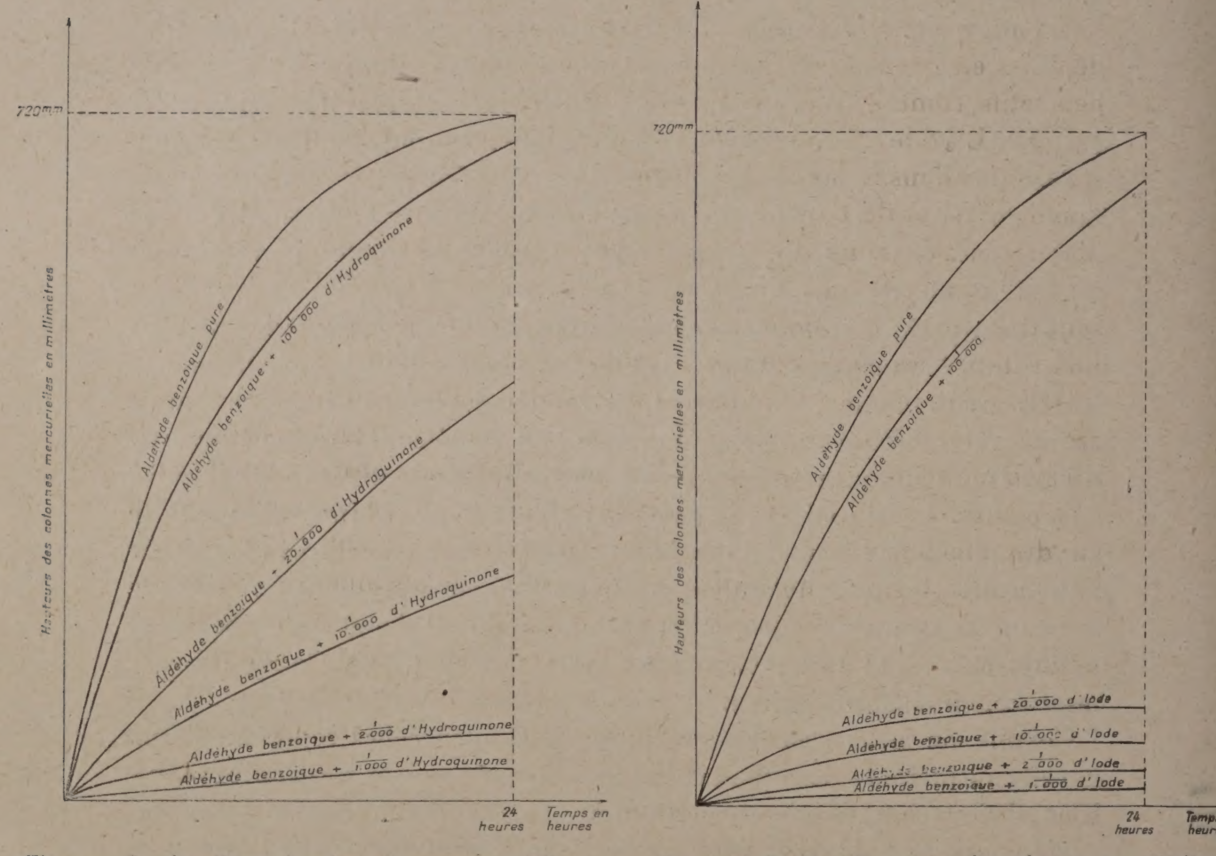


Fig. 1. — Courbes d'ascension des colonnes mercurielles pendant l'oxydation en présence d'hydroquinone.

Fig. 2. — Courbes d'ascension des colonnes mercurielles pendant l'oxydation, en présence d'iode.

Aldéhyde benzoïque. — Sauf l'iodosobenzène et l'iodylobenzène, tous les catalyseurs mentionnés plus haut ont été opposés à cet aldéhyde. Comme avec l'acroléine, ils se sont montrés retardateurs de l'autoxydation (antioxygènes); mais, et c'est là une différence essentielle, on n'a pas observé ici la phase d'accélération qui, pour l'acroléine, suivait la phase de retardement.

Autre différence, l'iode libre est pour l'aldéhyde benzoïque un antioxygène remarquablement puissant et persistant : l'*aldéhyde benzoïque ne*

s'autoxyde pas d'une manière appréciable, même en présence d'une atmosphère d'oxygène pur, si l'on y a dissous un millième de son poids d'iode. L'iode, sous ce rapport, produit donc le même effet que l'hydroquinone. L'analogie se poursuit d'ailleurs aux grandes dilutions, quand la vitesse d'oxydation commence à devenir appréciable : l'absorption de l'oxygène prend la même allure ralentie que dans le cas des phénols.

Un autre composé très actif est l'iodhydrate de méthylamine, qui produit déjà des effets retardateurs à des doses inférieures au cent-millième. Sont peu actifs, comme vis-à-vis de l'acroléine, l'iodure d'argent et l'iodure mercurique. L'acide iodique produit un léger effet retardateur, qui n'avait pas été observé dans le cas de l'acroléine; peut-être cette action, en raison de la grande activité de l'iode libre, est-elle due à des traces de métalloïde que libérerait la réduction de l'acide iodique par l'aldéhyde. L'iodure d'acétylène est également peu actif. Par contre, l'iodoforme et le tétraiodure de carbone sont très actifs : à la dose d'un millième, ils ont empêché toute autoxydation pendant les vingt jours qu'ont duré les observations.

Aldéhydes divers. — Très analogue à celui de l'aldéhyde benzoïque est le cas du *furfurol.* C'est ainsi que l'iode en a empêché l'autoxydation, à la dose du millième, pendant plus d'un mois (durée de l'observation); toutefois, contrairement à ce qui se passe quand on a employé comme catalyseur l'hydroquinone, une forte coloration brune (plus intense que celle de l'échantillon témoin) apparaît, qui doit provenir de quelque réaction secondaire, n'intéressant d'ailleurs qu'une très faible fraction du produit. Les iodures et iodhydrates empêchent également l'autoxydation du furfurol, mais sans qu'il y ait coloration notable (le produit se colore moins que l'échantillon témoin). Avec l'iodoforme et l'iodométhylate-α de spartéine, la coloration produite est très faible. L'iodosobenzène et l'iodylobenzène se sont montrés légèrement accélérateurs.

Vis-à-vis de l'*aldéhyde phénylacétique*, à la dose du millième, l'iode est un antioxygène assez actif; l'iodure de sodium l'est aussi, mais beaucoup moins, tandis que l'iodoforme et l'iodhydrate de méthylamine sont nettement accélérateurs. A la même dose, l'iodure ferreux et surtout l'iodure de nickel se sont montrés d'abord retardateurs, puis nettement accélérateurs. Ajoutons que les observations ne peuvent pas être ici de longue durée, attendu que l'aldéhyde phénylacétique se polymérise peu à peu en présence de ces réactifs.

Des observations semblables ont été faites sur les autres aldéhydes mentionnés plus haut. Le cadre de cette Note ne nous permettant pas d'en

donner le détail, nous nous bornerons à indiquer que l'iode s'est généralement comporté comme un antioxygène aussi actif que l'hydroquinone. Dans le cas de l'acétaldéhyde, qui a dû être étudié en solution aqueuse (à 50 pour 100), en raison de la forte tension de vapeur du corps pur, l'iode s'est montré accélérateur, tout au moins au début, tandis que l'iodure de sodium s'est montré retardateur aussi énergique que l'hydroquinone.

On peut dire, en résumé, que l'iode est un antioxygène très actif vis-à-vis des aldéhydes, et que ses composés, qui de même sont généralement retardateurs, et parfois très actifs, de l'autoxydation, se comportent quelquefois (rarement, il est vrai), comme accélérateurs.

Styrolène. — Ici, avec chaque catalyseur, la catalyse observée a été constamment positive, et cela sans qu'elle ait été précédée, comme pour l'acroléine, d'une phase négative. Chose curieuse, mais nullement inattendue d'après notre théorie, les corps les plus actifs, dans cette catalyse positive de l'autoxydation, sont précisément ceux qui, dans d'autres cas, manifestent la plus grande activité comme catalyseurs négatifs. Il est à remarquer, en outre, que la polymérisation (transformation en métastyrolène) est accélérée en même temps que l'autoxydation.

Les iodures de potassium, de sodium, de lithium, de magnésium, de zinc, de fer, d'ammonium, les iodhydrates de méthylamine, de diméthylamine, de triméthylamine, l'iodoforme, ont été mis en œuvre à la dose du millième; pour quelques-uns de ces catalyseurs, en outre, on a fait des essais à la dose du centième.

Avec l'iode, on a expérimenté sur des doses allant du centième au dix-millième; la vitesse d'oxydation a été décuplée pour la dose du centième, triplée pour le millième, doublée pour le deux-millième ; l'accélération était encore manifeste, quoique faible, pour le dix-millième.

Une remarque importante est que l'iode dissous dans le styrolène disparaît rapidement (décoloration) en présence d'oxygène, alors qu'en l'absence d'oxygène la liqueur reste colorée. Il ne s'agit donc pas d'une fixation pure et simple, comme on pourrait le supposer, du métalloïde sur l'hydrocarbure éthylénique : il se fait manifestement une combinaison entre l'iode, l'oxygène et le styrolène ; et comme l'action catalytique persiste après la disparition de l'iode libre, il semble que ce soit cette combinaison qui joue le rôle de catalyseur positif. Aussi ne nous est-il pas possible de savoir, abstraction faite de la combinaison ci-dessus, si l'iode libre a un effet retardateur. Cet effet ne se révèle sur nos courbes par aucune perturbation appréciable, et, s'il existe, il ne peut être que très faible.

Avec les composés iodés, une coloration apparaît toujours, qui disparaît également sous l'action de l'oxygène. Ce phénomène est particulièrement facile à observer avec les catalyseurs peu solubles : la couche liquide qui baigne la masse solide est teintée en jaune, ce qui semble correspondre à une libération d'iode, tandis que les couches supérieures, en contact avec l'oxygène, restent incolores, ou se décolorent si on les a teintées en les mélangeant par agitation avec les couches inférieures colorées. Il est ainsi possible que l'action catalytique observée avec les composés iodés ne soit autre que celle de l'iode libre lui-même.

Styrolène α-bromé. — L'iode au millième a une action retardatrice notable. C'est ainsi que la quantité d'oxygène qui est absorbée en trois heures par un échantillon témoin ne l'est qu'en quatre jours en présence d'un millième d'iode. On observe une forte coloration brune.

L'iodure ferreux et l'iodoforme sont nettement retardateurs à la dose du millième, tandis qu'à la même dose l'iodure de sodium et l'iodhydrate de méthylamine sont nettement accélérateurs.

Sulfite de soude. — Avec la solution aqueuse au dixième, légèrement alcaline ou neutralisée, on a observé, pour les divers catalyseurs, des actions généralement accélératrices. Toutefois l'iodoforme s'est montré nettement retardateur sur la solution légèrement alcaline et accélérateur sur la solution neutre. L'inverse a été constaté avec l'iodure de sodium et l'iodhydrate de méthylamine, qui agissent comme accélérateurs sur la solution alcaline et comme retardateurs sur la solution neutre.

Quant à l'iode, il est accélérateur. On observe naturellement une décoloration immédiate, et c'est le produit de la réaction qui agit.

Huile de lin. — Nos résultats, dont nous ne donnerons pas les détails, sont analogues à ceux que nous avons obtenus avec le styrolène, ce qui est en accord avec la présence de liaisons éthyléniques dans le produit naturel. C'est ainsi que l'iode s'est montré fortement accélérateur. A noter toutefois que l'iodure de sodium et l'iodhydrate de méthylamine ont été légèrement retardateurs.

En résumé, conformément à nos prévisions, et comme nous l'avions d'ailleurs partiellement établi dans notre précédente Note, l'iode et ses composés exercent des actions catalytiques très importantes, positives ou négatives, dans les phénomènes d'autoxydation [1]. Toutes les observations

---

[1] Nous rappelons que dans notre précédente Note nous avons présenté des considérations sur l'importance que devaient avoir l'iode et ses composés sur les phéno-

viennent se ranger dans le cadre de notre théorie, à laquelle elles apportent ainsi un nouvel et précieux appui. Cependant nous ne saurions nous dissimuler qu'un pas décisif reste à franchir : prévoir le sens de la catalyse comme nous en prévoyons la possibilité. Dans cet ordre d'idées, deux faits précis sont à remarquer : avec un aldéhyde, l'aldéhyde benzoïque, nous n'avons observé que des actions retardatrices, tandis qu'avec le styrolène, hydrocarbure éthylénique, toutes les actions étaient accélératrices. Un tel rapprochement, fort suggestif, est de nature à guider nos réflexions. Le cas de l'acroléine, de ce point de vue, est bien curieux : en étudiant cette substance, qui réunit les fonctions caractéristiques (aldéhydique et éthylénique) des deux composés ci-dessus, nous avons précisément constaté la succession des deux actions inverses : d'abord l'action retardatrice, puis l'action accélératrice.

Des observations aussi nettes nous donnent l'espoir de voir tomber quelque jour les derniers voiles qui recouvrent encore le mécanisme profond de ces phénomènes.

COMMISSIONS.

Le scrutin pour la nomination des commissions de prix de 1924, ouvert en la séance du 25 février, est clos en celle du 3 mars.

47 cahiers de vote sont déposés.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

I. MATHÉMATIQUES : *Prix Poncelet*, *Francœur*. — MM. Appell, Painlevé, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue; Boussinesq, Émile Picard, Lecornu.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Hamy, Kœnigs.

II. MÉCANIQUE. — *Prix Montyon*, *Fourneyron*, *Boileau*, *de Parville*. — MM. Boussinesq, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Mesnager; Émile Picard, Appell, Bertin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Rateau, Breton.

---

mènes biologiques. Notre opinion était basée non seulement sur les expériences relatives à l'acroléine, mais aussi sur un grand nombre de celles qui font l'objet de la présente Communication et qui déjà étaient exécutées : la nouvelle publication n'apporte donc pas de modifications aux conceptions que nous avions exposées.

III. Astronomie : *Prix Lalande, Benjamin Valz, Janssen, Pierre Guzman, La Caille.* — MM. Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Andoyer; Boussinesq, Émile Picard, Appell.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Lebesgue, Cotton.

IV. Géographie : *Prix Delalande-Guérineau, Gay, fondation Tchihatchef, prix Binoux.* — MM. Bertin, Lallemand, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Gentil; Guignard, le prince Bonaparte, Douvillé.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Mangin, Lecomte.

V. Navigation : *Prix de six mille francs, Plumey.* — MM. Boussinesq, Sebert, Bertin, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Mesnager, Ferrié, Gentil; Emile Picard, Rateau, Laubeuf.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Appell, Borel.

VI. Physique : *Prix La Caze, Hébert, Hughes, fondation Clément Félix.* — MM. Villard, Branly, Daniel Berthelot, Brillouin, Perrin, Cotton; Boussinesq, Émile Picard, Paul Janet.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Appell, Breton.

VII. Chimie : *Prix Montyon des arts insalubres, Jecker, La Caze, fondation Cahours, prix Houzeau.* — MM. Haller, Le Chatelier, Moureu, Béhal, Urbain, Gabriel Bertrand; Schlœsing, Maquenne, Lindet.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Roux, A. Lacroix.

VIII. Minéralogie et Géologie : *Prix Cuvier, Fontannes, Victor Raulin.* — MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, Haug; A. Lacroix, Depéret, Kilian.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Maquenne, Gentil.

IX. Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de Coincy.* — MM. Guignard, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Molliard; Bouvier, le prince Bonaparte, Henneguy.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Maquenne, Flahault.

X. Anatomie et Zoologie : *Prix Da Gama Machado, fondation Savigny, prix Jean Thore.* — MM. Bouvier, Henneguy, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier; d'Arsonval, le prince Bonaparte, Douvillé.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Mangin, Charles Richet.

XI. Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, Mège, Bellion, Larrey, Charles Mayer.* — MM. d'Arsonval, Charles Richet,

Quénu, Widal, Bazy, Vincent; Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Mesnil.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Leclainche, Joubin.

XII. PHYSIOLOGIE : *Prix Montyon, La Caze, Pourat, Martin-Damourette, Philipeaux.* — MM. d'Arsonval, Roux, Henneguy, Mangin, Charles Richet, Quénu, Widal.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Bazy, Mesnil.

XIII. *Fonds Charles Bouchard.* — MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Mangin, Branly, Charles Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent.

XIV. *Prix Montyon de statistique.* — MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, le prince Bonaparte, Tisserand, Lecomte, Borel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. d'Ocagne, Lebesgue.

XV. HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES : *Prix Binoux.* — MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Bouvier, Bigourdan, de Launay, Daniel Berthelot.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Sebert, Borel.

XVI. *Médailles Arago, Lavoisier, Berthelot.* — MM. Bigourdan, Bouvier, Émile Picard, A. Lacroix.

XVII. *Prix Gustave Roux, Thorlet, fondations Lannelongue, Trémont, Gegner, Hirn, Henri Becquerel.* — MM. Bigourdan, Bouvier, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Guignard.

XVIII. *Prix fondé par l'État :* GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Borel, Lebesgue.

XIX. *Prix Bordin.* — MM. Guignard, Roux, Haller, Bouvier, Schlœsing, A. Lacroix, Douvillé.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Henneguy, Mangin.

XX. *Prix Lallemand.* — MM. d'Arsonval, Bouvier, Henneguy, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Widal, Gravier.

XXI. *Prix Vaillant.* — MM. Boussinesq, Émile Picard, Hamy, Villard, Branly, Berthelot, Borel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Appell, Lebesgue.

XXII. *Prix Houllevigue.* — MM. Guignard, Roux, Bouvier, A. Lacroix, Termier, Lecomte, Joubin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. d'Arsonval, Mesnil.

XXIII. *Prix Jean-Jacques Berger.* — MM. Émile Picard, d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Tisserand, Lecomte, Kœnigs.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Appell, Breton.

XXIV. *Prix Parkin.* — MM. d'Arsonval, Roux, Maquenne, Moureu, Richet, Quénu, Bertrand.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Guignard, Vincent.

XXV. *Prix Saintour.* — MM. Guignard, Roux, Bouvier, A. Lacroix, Termier, Marchal, Mesnil.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. d'Arsonval, Mangin.

XXVI. *Prix Henri de Parville* (*ouvrages de sciences*). — MM. Bigourdan, Bouvier, Émile Picard, A. Lacroix; Appell, Moureu, Janet.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Cotton, Le Chatelier, Breton.

XXVII. *Prix Lonchampt.* — MM. Guignard, Roux, A. Lacroix, Maquenne, Mangin, Charles Richet, Leclainche.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Marchal, Gabriel Bertrand.

XXVIII. *Prix Henry Wilde.* — MM. Boussinesq, Émile Picard, Guignard, A. Lacroix, Bigourdan, Kœnigs, Borel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Breton, Brillouin.

XXIX. *Prix Caméré.* — MM. Vieille, Le Chatelier, Lecornu, Kœnigs, Râteau, Mesnager, d'Ocagne.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Lacroix, Breton.

XXX. *Fondation Jérôme Ponti.* — MM. d'Arsonval, Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Maquenne, le prince Bonaparte, Le Chatelier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Henneguy, Breton.

XXXI. Question à proposer pour le *Prix Bordin* (*sciences mathématiques*) à décerner en 1927. — MM. Boussinesq, Émile Picard, Appell, Bigourdan, Lecornu, Kœnigs, Borel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Hadamard, Lebesgue.

CORRESPONDANCE.

M. **Charles Achard** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, parmi les Académiciens libres, par le décès de M. *A. de Gramont*.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur la représentation géodésique affine des surfaces*. Note de M. G. **Tzitzéica**, présentée par M. E. Goursat.

M. Cartan a posé dernièrement le problème suivant [1] : *Trouver les surfaces qui admettent une représentation géodésique affine sur un plan*, les géodésiques affines étant les courbes dont le plan osculateur contient la normale affine de la surface. Il a montré que ces surfaces se partagent en quatre catégories.

On peut étudier ce problème par une méthode que j'ai souvent employée et qui, dans le cas actuel, permet de compléter sur plusieurs points la solution de M. Cartan.

1. Considérons une surface S rapportée à ses lignes asymptotiques. On peut la définir, à une affinité près, par un système de la forme

$$\theta_{uu} = a\theta_u + b\theta_v, \qquad \theta_{vv} = a''\theta_u + b''\theta_v, \tag{1}$$

où a, b, a'', b'' sont des fonctions connues de u et v, θ la fonction inconnue et où j'ai noté par des indices les dérivées partielles du premier et du second ordre.

La surface S étant supposée différente d'un plan, on a

$$|x_{uv}x_u x_v| \neq 0, \tag{2}$$

où, pour simplifier, j'ai réduit le déterminant à la première ligne, les autres s'en déduisant en remplaçant x par y et z.

Comme les paramètres directeurs de la normale affine sont x_{uv}, y_{uv}, z_{uv}, l'équation différentielle des géodésiques affines est

$$|x_{uv}x'x''| = 0,$$

où

$$x' = x_u + x_v v', \qquad x'' = x_{uu} + 2x_{uv}v' + x_{vv}v'^2 + x_v v'',$$

(1) *Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 294.

où, en tenant compte de (1) et (2)

(3) $$v'' + b - a v' + b'' v'^2 - a'' v'^3 = 0.$$

Cette équation permet d'énoncer le résultat suivant : *Deux surfaces admettent une représentation affine l'une sur l'autre avec conservation des lignes asymptotiques, seulement dans le cas où elles sont affines.*

2. Soit (u, v) le réseau plan, qui correspond aux lignes asymptotiques de la surface S, dans la représentation géodésique affine de celle-ci sur un plan. Les coordonnées x, y, z d'un point du plan vérifient un système de la forme

(4) $$\begin{cases} \omega_{uu} = \alpha\omega_u + \beta\omega_v, \\ \omega_{uv} = \alpha'\omega_u + \beta'\omega_v, \\ \omega_{vv} = \alpha''\omega_u + \beta''\omega_v. \end{cases}$$

L'équation différentielle des droites du plan est

$$|x x' x''| = 0,$$

ou bien

(5) $$v'' + \beta - (\alpha - 2\beta') v' + (\beta'' - 2\alpha') v'^2 - \alpha'' v'^3 = 0.$$

Il y a donc correspondance entre les géodésiques affines de S et les droites du plan si

(6) $$\beta = b, \qquad \alpha - 2\beta' = a, \qquad \beta'' - 2\alpha' = b'', \qquad \alpha'' = a''.$$

Il est aisé de tirer des conditions d'intégrabilité des systèmes (1) et (4) et des relations (6)

$$\alpha'_u = \beta'_v,$$

c'est-à-dire *le réseau plan qui correspond aux lignes asymptotiques de* S *est à invariants égaux.*

3. On peut déduire des conditions d'intégrabilité et des relations (6) les conditions nécessaires et suffisantes pour que les surfaces affines S, définies par (1), admettent une représentation géodésique affine sur un plan. Ce sont :

$$b''_{uu} = ab''_u - 2ba''_u - a''b_u, \qquad a_{vv} = b''a_v - 2a''b_v - ba''_v,$$
$$b_{vv} + (bb'')_v = 0, \qquad a''_u + (aa'')_u = 0, \qquad a_v = b''_u;$$

on en tire

$$b_v + bb'' = \mathrm{U}, \qquad a''_u + aa'' \mathrm{V},$$

où les fonctions U de u, V de v sont, ou bien nulles, ou on peut les réduire, par des changements de variables, à 1. On a donc essentiellement trois cas

à considérer :

1° $b_v + bb'' = 0, \quad a''_u + aa'' = 0;$

2° $b_v + bb'' = 0, \quad a''_u + aa'' = 1;$

3° $b_v + bb'' = 1, \quad a''_u + aa'' = 1.$

Dans le premier cas, on a seulement les sphères affines (réglées ou non) que M. Cartan attribue à M. Blaschke, mais que j'ai étudiées, à plusieurs points de vue, longtemps avant M. Blaschke. Comme leur détermination dépend d'une équation aux dérivées partielles que l'on ne peut pas intégrer, j'ai mis en évidence des surfaces particulières, spécialement la surface $xyz = 1$ et les surfaces réglées, et j'ai donné le moyen de déduire de toute sphère affine une infinité d'autres. J'ai aussi montré que la perspective des lignes asymptotiques d'une de ces surfaces sur un plan est un réseau à invariants égaux dont la suite de Laplace est périodique, à savoir, elle se ferme après trois transformations de Laplace.

Dans le second cas, il y a d'abord pour $b = 0$ certaines surfaces réglées que l'on peut étudier complètement. Si $b \neq 0$, on a seulement les surfaces

$$x = e^{\alpha^2 u + \alpha v}, \qquad y = e^{\beta^2 u + \beta v}, \qquad z = e^{\gamma^2 u + \gamma v}$$

α, β, γ étant les racines de $s^3 - s - m = 0$, où m est une constante arbitraire $\neq 0$, ce sont des surfaces particulières de la classe

$$x^p y^q z^r = 1.$$

Il reste à étudier le dernier cas. Je n'ai pas réussi à déterminer toutes les surfaces correspondantes, mais j'ai pu ajouter aux surfaces

$$x^p y^q z^r = 1$$

qui dépendent de deux constantes arbitraires, indiquées par M. Cartan, toutes les surfaces de ce troisième cas qui ont en même temps la courbure totale affine nulle; à savoir, à toute intégrale de $h_{uv} = h$, on peut faire correspondre, par des quadratures, une de ces surfaces. On a en particulier les surfaces

$$x^p y^q = e^z,$$

qui dépendent, comme celles de M. Cartan, de deux constantes arbitraires.

D'ailleurs toutes les surfaces S, des trois cas, jouissent de la propriété d'avoir entre leurs rayons principaux de courbure affine une relation; ce sont donc des surfaces de Weingarten affines.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les polygones de Poncelet.* Note de M. **Bertrand Gambier**, présentée par M. G. Kœnigs.

Soient deux coniques C_0, C_1 et λ_1, λ_2, λ_3 les racines de l'équation en λ relative au faisceau $C_0 - \lambda C_1 = 0$. La condition pour qu'il existe ∞^1 polygones P_n inscrits dans C_0 et circonscrits à C_1 peut se traduire par une équation

$$(1) \qquad f_n(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = 0,$$

algébrique, entière et homogène en λ_1, λ_2, λ_3.

J'ai obtenu ce résultat curieux que l'équation

$$(2) \qquad f_n\left[\frac{1}{(\lambda_2+\lambda_3-\lambda_1)^2}, \frac{1}{(\lambda_3+\lambda_1-\lambda_2)^2}, \frac{1}{(\lambda_1+\lambda_2-\lambda_3)^2}\right] = 0$$

est la condition d'existence de polygones P_{2n} inscrits dans C_0 et circonscrits à C_1 : d'une façon précise, l'équation (2), rendue entière et débarrassée du facteur parasite $f_n(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, correspondant à un P_n parcouru deux fois, donne la condition relative aux P_{2n}.

Si n est impair, $f_n(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ est nécessairement symétrique en λ_1, λ_2, λ_3; l'équation (2), rendue entière, se décompose rationnellement en quatre facteurs dont l'un reproduit $f_n(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$; les trois autres dérivent l'un de l'autre par permutations circulaires. On sait en effet que dans un P_{2n} les droites joignant les sommets opposés concourent en un des sommets du triangle conjugué commun à C_0 et C_1 et chaque facteur correspond au choix du sommet.

Exemple. — Le triangle P_3 donne

$$f_3(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) \equiv \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 - 2\lambda_2\lambda_3 - 2\lambda_3\lambda_1 - 2\lambda_1\lambda_2 = 0,$$

et le procédé fournit immédiatement en posant

$$l = \frac{1}{\lambda_2+\lambda_3-\lambda_1}, \qquad m = \frac{1}{\lambda_3+\lambda_1-\lambda_2}, \qquad n = \frac{1}{\lambda_1+\lambda_2-\lambda_3},$$

$$f_3(l^2, m^2, n^2) \equiv -(l+m+n)(-l+m+n)(l-m+n)(l+m-n),$$

et chacun des trois derniers facteurs correspond aux P_6, tandis que le premier reproduit les P_3.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur un problème de probabilités.* Note de M. **J. Haag**, présentée par M. Émile Borel.

1. J. Bertrand a étudié un problème de brelans dont il me paraît intéressant d'indiquer la généralisation suivante.

Considérons un ensemble de n événements $E_1, E_2, \ldots, E_n$ se produisant simultanément ou successivement et dont chacun peut être favorable ou défavorable. Choisissons $m = p + q$ d'entre eux, dans un ordre arbitraire. Appelons z_p^q la *probabilité pour que les p premiers soient favorables et que les q suivants défavorables*. Nous supposons cette probabilité *indépendante de l'ordre* dans lequel ont été choisis les événements. Mais, nous admettons que *si l'on sait* que l'éventualité ci-dessus considérée s'est produite, la probabilité d'une éventualité analogue concernant m' des événements restants *peut être modifiée*, tout en demeurant indépendante de l'ordre dans lequel on les choisit.

Nous appellerons, en particulier, x_p la probabilité z_p^0 pour que p événements arbitrairement désignés soient favorables, y_p la probabilité z_0^p pour qu'ils soient défavorables, et enfin t_p la probabilité z_p^{n-p} pour qu'ils soient seuls à être favorables.

2. La probabilité pour que les événements numérotés $1, 2, \ldots p, p+q+1$ soient favorables et que les événements numérotés $p+1, p+2, \ldots, p+q$ soient défavorables est z_{p+1}^q. Mais elle est aussi égale à z_p^q multiplié par la probabilité x pour que E_{p+q+1} soit favorable, quand on sait que les p premiers événements sont favorables et les q suivants défavorables. De même, la probabilité z_p^{q+1} pour que les p premiers événements soient favorables et les $q+1$ suivants défavorables est égale à $z_p^q(1-x)$. En éliminant x entre ces deux relations, il vient

$$z_{p+1}^q + z_p^{q+1} = z_p^q. \tag{1}$$

D'où l'on déduit, en désignant par a un nombre fixe quelconque,

$$z_p^q = (-1)^{q-a}\Delta^{q-a} z_p^a = (-1)^{p-a}\Delta^{p-a} z_a^q. \tag{2}$$

En appliquant une formule classique de la théorie des différences, on a

ensuite

$$(3)\qquad z_p^q=\sum_{k=0}^{q-a}(-1)^k C_{q-a}^k z_{p+k}^a=\sum_{k=0}^{p-a}(-1)^k C_{p-a}^k z_a^{q+k},$$

et, en particulier pour $a=0$,

$$(4)\qquad z_p^q=\sum_{k=0}^{q}(-1)^k C_q^k x_{p+k}=\sum_{k=0}^{p}(-1)^k C_p^k y_{q+k}.$$

On a enfin, d'après le théorème des probabilités totales [1],

$$(5)\qquad z_p^q=\sum_{k=0}^{n-m} C_{n-m}^k t_{p+k},$$

et, en particulier,

$$(6)\qquad x_p=\sum_{n=0}^{n-p} C_{n-p}^k t_{p+k},\qquad y_p=\sum_{k=0}^{n-p} C_{n-p}^k t_k,$$

$$(7)\qquad 1=\sum_{k=0}^{n} C_n^k t_k.$$

3. On peut se demander quelle est la manière la plus générale de choisir la *loi de probabilité* des événements E. Cette loi serait évidemment déterminée par la connaissance des x_p ou des y_p. Mais ces nombres doivent satisfaire à des conditions assez compliquées, du fait qu'ils doivent rendre positifs tous les z_p^q définis par les formules (4).

Un autre procédé consiste à se *donner arbitrairement les* t_p, positifs et vérifiant (7), ce qui ne présente aucune difficulté. On a ensuite les z_p^q par (5) et ils sont tous positifs. Il ne semble donc pas qu'aucune condition doive être imposée aux t_p et ceci revient à dire qu'on peut choisir arbitrairement les probabilités correspondant aux différentes combinaisons d'événements favorables et d'événements défavorables, pourvu que la probabilité totale soit égale à 1.

4. Pour retrouver le problème des brelans, il suffit de faire $n=4$ et de

---

[1] La formule (5) est facile à vérifier directement, à partir des formules (4), écrites au moyen des puissances symboliques. Son second membre s'écrit, en effet,

$$\sum_{k=0}^{n-m} C_{n-m}^k x^{p+k}(1-x)^{n-p-k}=x^p(1-x)^q\sum C_{n-m}^k x^k(1-x)^{n-m-k}=x^p(1-x)^q=z_p^q.$$

calculer les x_k par la formule de récurrence

$$x_{k+1} = x_k \frac{8(5-k)}{(20-3k)(19-3k)(6-k)}.$$

Nos x_k, t_k, $\frac{z_1^{k-1}}{y_{k-1}}$ et $y_1 = t_0$ sont respectivement les p_k, ϖ_k, R_k et Q de J. Bertrand [1].

ÉLASTICITÉ. — *Le potentiel interne des corps élastiques.* Note de M. E. **Jouguet**, présentée par M. L. Lecornu.

Dans une Note, parue dans les *Comptes rendus* du 21 janvier 1924 sous le titre *Sur l'énergie interne d'un corps élastique*, M. Collinet critique la forme donnée par Poincaré pour le potentiel interne des corps élastiques faiblement déformés.

Je considère, au contraire, que cette forme est, non seulement exacte, mais encore indispensable à considérer quand on veut étudier les petites déformations autour d'un état initial dont les tensions sont fortes, notamment quand on veut faire rentrer l'étude des petites déformations d'un milieu gazeux dans la théorie de l'élasticité. C'est d'ailleurs explicitement en vue de ce cas que Poincaré a donné sa formule.

Adoptons ici les notations de M. Collinet et désignons avec lui par x, y, z les coordonnées du milieu non déformé, par x_1, y_1, z_1 celles du milieu déformé, par ξ, η, ζ les déplacements, par Δ le jacobien $\frac{D(x_1, y_1, z_1)}{D(x, y, z)}$, par W le potentiel interne rapporté à l'unité de volume non déformé, par α, β les fonctions associées à une déformation finie quelconque, par Π_{uv} l'expression $\frac{\partial\xi}{\partial u}\frac{\partial\xi}{\partial v} + \frac{\partial\eta}{\partial u}\frac{\partial\eta}{\partial v} + \frac{\partial\zeta}{\partial u}\frac{\partial\zeta}{\partial v}$. Désignons, en outre, par e, g les dilatations et les glissements de Cauchy. On a

$$\alpha_1 = e_1 + \frac{1}{2}\Pi_{xx}, \qquad \beta_1 = g_1 + \Pi_{yz}.$$

Le potentiel de Poincaré est

$$W = W_1(e, g) + W_2(e, g) + W_1\left(\frac{1}{2}\Pi_{uu}, \Pi_{uv}\right), \tag{1}$$

W_1 est une forme linéaire, W_2 une forme quadratique.

---

(1) Les valeurs de R_k et de Q calculées par l'illustre géomètre sont inexactes, parce qu'il a raisonné comme si les probabilités étaient indépendantes.

Ce potentiel ne dépend pas exclusivement des e, g et Poincaré a présenté, à propos de cette circonstance, des considérations qui, il faut l'avouer, sont obscures, mais qui sont sans importance pour le fond des choses. En réalité, il n'y a là aucun paradoxe. Il est nécessaire de conserver dans W les termes du second ordre par rapport aux dérivées partielles de ξ, η, ζ. Or, à ce degré d'approximation, la déformation n'est pas définie par les seules quantités e, g. Il est donc tout naturel que le potentiel contienne autre chose que les e, g.

La lumière sur ce point a été faite d'ailleurs complètement par les travaux de MM. E. et F. Cosserat. Ces auteurs, considérant les déformations finies et un potentiel *dépendant de la seule déformation*, ont montré que, quand les déformations deviennent infiniment petites, le potentiel prend précisément la forme de Poincaré.

M. Collinet pense que le terme $W_1\left(\frac{1}{2}\Pi_{uu}, \Pi_{uv}\right)$ est négligeable vis-à-vis de W_2. Cette affirmation, exacte quand l'état initial est un état naturel à tensions nulles ou quasi naturel à tensions petites, cesse de l'être quand l'état initial est notablement contraint. Il est vrai que les contraintes nécessaires pour que $W_1(\Pi)$ prenne une valeur sensible sont, pour les solides élastiques, très fortes et tout à fait exceptionnelles. Mais il n'en est pas de même pour les gaz. Le potentiel d'un gaz, à température constante, est fonction de la seule densité ρ. Un calcul que l'on trouvera dans un Mémoire publié par nous dans les *Annales de la Faculté de Toulouse* montre que, pour des déformations infiniment petites autour d'un état de densité ρ_0 et de pression p_0, ce potentiel prend la forme

$$W = -p_0(e_1+e_2+e_3)+p_0\left[e_1^2+e_2^2+e_3^2+\frac{g_1^2+g_2^2+g_3^2}{2}\right] + \frac{1}{2}\left(\rho\frac{\partial p}{\partial \rho}-p\right)_0(e_1+e_2+e_3)^2-\frac{p_0}{2}(\Pi_{xx}+\Pi_{yy}+\Pi_{zz})$$

où l'on voit bien que $W_1(\Pi)$ n'est pas négligeable devant W_2.

Considérant les tensions N, T dans l'état déformé, M. Collinet donne les formules

$$(2) \qquad N_1 = \frac{\partial W}{\partial \frac{\partial \xi}{\partial x}}, \qquad T_1 = \frac{\partial W}{\partial \frac{\partial \zeta}{\partial y}} = \frac{\partial W}{\partial \frac{\partial \eta}{\partial z}}.$$

Ces formules, exactes quand l'état initial est naturel ou quasi naturel, cessent de l'être quand cet état est contraint dans les mêmes conditions que plus haut.

On trouvera, en effet, dans les travaux de MM. Cosserat, la formule ci-après, applicable aux déformations de toute amplitude :

$$\frac{\partial W}{\partial \frac{\partial \xi}{\partial x}} = N_1 \frac{\partial \Delta}{\partial \frac{\partial \xi}{\partial x}} + T_3 \frac{\partial \Delta}{\partial \frac{\partial \xi}{\partial y}} + T_2 \frac{\partial \Delta}{\partial \frac{\partial \xi}{\partial z}}.$$

Si nous voulons appliquer cette formule aux déformations infiniment petites, il faut distinguer le cas où l'état initial est naturel ou quasi naturel de celui où il est notablement contraint. Dans le premier cas, les N et les T sont de l'ordre de $\frac{\partial \xi}{\partial x} \cdots \frac{\partial \zeta}{\partial z}$. On pourra alors se borner à écrire

$$\Delta = 1 + \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial y}$$

et l'on trouvera bien

$$\frac{\partial W}{\partial \frac{\partial \xi}{\partial x}} = N_1.$$

Dans le second cas, les N et les T contiennent un premier terme indépendant de $\frac{\partial \xi}{\partial x} \cdots \frac{\partial \zeta}{\partial z}$. Il faut alors, sous peine de négliger des termes du premier ordre par rapport à ces dérivées, développer Δ jusqu'au deuxième ordre et les formules (2) ne sont plus vraies.

Je me permettrai de rappeler que j'ai indiqué les considérations qui précèdent et étudié quelques conséquences du potentiel de Poincaré dans une Note parue ici même le 7 février 1920 et développée dans un Mémoire publié dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse* [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'évolution de la molécule d'hydroxyde de nickel au sein de l'eau.* Note de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. G. Urbain.

L'évolution de l'hydroxyde de nickel au sein de l'eau a été étudiée après celle des hydroxydes ferrique, chromique et cuivrique [2].

On a vu qu'en aucun de ces cas, l'hydroxyde ne reste identique à lui-même, au point de vue magnétique. Pour le chrome et pour le cuivre, il y a abaissement des coefficients d'aimantation. Pour le fer, au contraire,

(1) *Notes sur la théorie de l'Élasticité* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 3e série, t. 12, 1921).

(2) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 101 et 1304; t. 178, 1924, p. 329.

il y a augmentation très marquée; et l'hydrate modifié de Péan de Saint-Gilles donne, par calcination, un oxyde beaucoup plus magnétique que celui de l'hydrate ordinaire. L'effet s'accentue si l'on reprend plusieurs fois l'opération.

Le nickel fait partie de la même triade que le fer dans la table périodique, et l'on pouvait se demander ce que donnerait son hydroxyde, le métal étant alors sous la forme bivalente et non trivalente.

Les expériences ont été réalisées avec une technique analogue à celle qu'on avait adoptée précédemment pour l'hydroxyde ferrique. On précipitait à froid par la soude un sel de nickel, sulfate ou nitrate. Le précipité en suspension, dont on avait prélevé une partie, était laissé au sein de l'eau chaude en tubes scellés. On le recueillait après une douzaine d'heures; puis, en en ayant prélevé une partie, on redissolvait le reste dans l'acide correspondant, on reprécipitait, on traitait à nouveau en tubes scellés et l'on recommençait plusieurs fois l'opération. On passait par calcination des hydrates successifs à leurs oxydes.

On mesurait les coefficients d'aimantation, rapportés au poids de métal. Celui de l'oxyde dérivé par calcination de l'hydroxyde précipité à froid est sensiblement constant; on l'a choisi comme unité. Celui de l'hydroxyde correspondant a une valeur environ six fois plus grande. Cet abaissement du coefficient d'aimantation, quand on passe par calcination de l'hydroxyde précipité à froid à son oxyde, s'est manifesté jusqu'à présent pour tous les hydroxydes étudiés.

Pour la suite des opérations, les mesures sont relatées dans le tableau suivant :

Tableau.

Coefficients d'aimantation, rapportés au nickel en valeur relative. Celui de l'oxyde dérivé par calcination de l'hydroxyde précipité à froid, est pris pour unité.

	120°.				150°.			
	Sulfate.		Nitrate.		Sulfate.		Nitrate.	
	Hyd.	Ox.	Hyd.	Ox.	Hyd.	Ox.	Hyd.	Ox.
Première précipitation...	5,4	4,6	5,6	6,6	5,0	8,2	6,1	40,7
Deuxième » ...	5,3	8,1	5,6	11,0	4,8	11,6	3,4	27,7
Troisième » ...	5,7	11,2	5,1	7,3	3,5	13,6	3,3	7,7
Quatrième » ...	5,2	12,6	5,1	3,2	3,1	2,4	2,7	2,6

	180°.				210°.			
	Sulfate.		Nitrate.		Sulfate.		Nitrate.	
	Hyd.	Ox.	Hyd.	Ox.	Hyd.	Ox.	Hyd.	Ox.
Première précipitation...	5,0	32,0	4,8	34,2	3,9	33,9	4,3	41,3
Deuxième » ...	4,7	25,4	4,2	28,8	2,5	18,9	4,2	20,9
Troisième » ...	3,9	5,8	3,5	14,4	2,8	2,5	3,6	13,0
Quatrième » ...	3,7	3,5	3,2	3,5	2,2	2,1	3,2	2,2

Au cours de ces opérations, le coefficient d'aimantation des hydroxydes successifs s'abaisse progressivement à partir de l'hydroxyde obtenu à froid, pour lequel sa valeur relative est, nous l'avons vu, environ 6.

Il n'en est pas de même des oxydes correspondants. Leur coefficient d'aimantation commence par augmenter notablement, puis décroît. Cette évolution, qui peut nécessiter un certain nombre d'opérations à 120°, s'accélère lorsqu'on élève la température; il est alors possible qu'une seule opération suffise pour atteindre la valeur maxima de la suite, qui peut être de l'ordre de 40.

La matière se souvient ici curieusement de son histoire passée. Cet exemple est le premier où l'évolution de l'oxyde, très marquée d'ailleurs, n'a pas toujours lieu dans le même sens.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Absorption des rayons ultraviolets par l'acroléine.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Ch. Moureu.

Les recherches de MM. Ch. Moureu et Dufraisse sur l'autoxydation et les antioxygènes ont montré que certaines des transformations subies par l'acroléine (autoxydation, transformation en disacryle, etc.) sont fortement accélérées par la lumière. La connaissance du spectre d'absorption de l'acroléine acquiert ainsi un intérêt tout particulier, d'autant plus que par l'étude de ce spectre on pourra suivre les transformations subies par l'acroléine.

Nous avons mesuré avec Mlle Honnegger et M. Marton l'absorption des rayons infrarouges, et avec M. Luthy celle des rayons ultraviolets par l'acroléine liquide, par ses solutions (dans l'hexane, l'éther, l'alcool, CCl^4 et l'eau) et par sa vapeur. Nous examinerons d'abord l'absorption des rayons ultraviolets par l'acroléine liquide et en solution.

L'acroléine liquide a été étudiée sous des épaisseurs variant de $\frac{1}{100}$ à 10^{mm}. Nous donnons dans le tableau les proportions des différentes radiations absorbées par les épaisseurs de 10, 1, 0,1 et $0^{mm},01$, ainsi que les valeurs du coefficient d'absorption K, défini par la relation $I = I_0 . 10^{-Kd}$, d étant l'épaisseur en centimètres.

L'absorption commence déjà pour les rayons bleus, les rayons violets sont fortement absorbés par une couche de 10^{mm} et les rayons ultraviolets ne peuvent pénétrer qu'à une profondeur inférieure à 1^{mm}.

λ.	Pour 100 absorbés par : 10^{mm}.	1^{mm}.	0^{mm},1.	0^{mm},01.	K.
	Spectre visible.				
4130 Å	46	5,7	0,6	-	0,27
4120	63	9,1	1,0	-	0,43
4086	71	11,5	1,3	-	0,54
4050	88	19	2,1	-	0,9
	Spectre ultraviolet.				
3920	totale	88	19	2,1	9
3880	totale	97	29	3,4	15
3830	totale	99,9	50	11	30
3700	totale	totale	97	29	150
3600	totale	totale	99,9	50	300
3500	totale	totale	totale	67	480

Le spectre d'absorption des solutions d'acroléine varie avec le solvant; c'est dans l'hexane que l'on obtient le spectre normal qui se rapproche le plus de celui de la vapeur d'acroléine.

Le spectre de l'acroléine en solution se compose de deux régions différentes : la première A entre 4150 et 2780 Å, la seconde B depuis $\lambda = 2450$ jusqu'au delà de 1900.

La région A comprend cinq bandes étroites d'intensités croissantes; les positions des maxima et les coefficients d'absorption moléculaires

$$\varepsilon = \frac{K}{c} \qquad (c = \text{concentration en mol-g par litre})$$

sont les suivantes :

λ	3852.	3785.	3665.	3492.	3348.
ε	6,6	6,3	10,8	11,5	11,8

Au delà de 3348, l'absorption diminue régulièrement jusqu'à un minimum pour $\lambda = 2780$, $\varepsilon = 3,4$.

Entre 2780 et 2450, l'absorption est très faible.

La région B s'étend à partir de $\lambda = 2450$; l'absorption augmente très vite et atteint un maximum très élevé, $\varepsilon = 40\,000$ dans l'ultraviolet extrême $\lambda = 1980$, ainsi que le montrent les nombres suivants :

λ...	2450	2350	2288	2190	2140	2086	1980 (max.)	1944
ε...	5,8	17,5	68	680	2710	17500	40000	28000

Pour déterminer l'origine des différentes régions d'absorption de l'acroléine, nous avons étudié les spectres d'absorption de l'aldéhyde propylique, du triméthyléthylène et de l'acide acrylique.

L'aldéhyde propylique

$$CH^3 - CH - C\begin{matrix}\diagup O \\ \diagdown H\end{matrix}$$

possède une seule bande large dont le maximum correspond à $\lambda = 2788$, $\varepsilon = 10{,}0$; dans l'ultraviolet extrême, l'absorption est faible.

Le triméthyléthylène

$$\begin{matrix}CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup\end{matrix} C = C \begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown H\end{matrix}$$

ne commence à absorber qu'au delà de $\lambda = 2400$; l'absorption croît très vite et atteint un maximum vers $\lambda = 1920$ avec $\varepsilon > 10000$.

L'acide acrylique

$$CH^2 = CH - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown OH\end{matrix}$$

possède une première bande faible (correspondant au carboxyle) pour $\lambda = 2400$, $\varepsilon = 108$, et une deuxième bande très intense pour $\lambda = 2000$, $\varepsilon = 45000$.

Dans la molécule d'acroléine

$$CH^2 = CH - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown H\end{matrix}$$

les deux groupes chromophores $C = C$ et $C = O$ se trouvent en position conjuguée; par conséquent, d'après la loi énoncée par nous ([1]), les bandes caractéristiques de ces chromophores seront déplacées vers le rouge. Il en résulte que la région d'absorption A est provoquée par le carbonyle et la région B par le groupe éthylénique de l'acroléine.

Par conséquent, toute réaction qui produira dans l'acroléine une modification du groupe carbonyle, par exemple la transformation en acide ou en alcool, fera disparaître l'absorption de la région A. De même en saturant le groupe éthylénique, la bande B dans l'ultraviolet extrême disparaît et la bande A se déplace vers l'ultraviolet. On pourra donc suivre pas à pas les différentes transformations de l'acroléine en mesurant son spectre d'absorption.

La région A du spectre de l'acroléine se compose d'une série de bandes

---

([1]) *Études de Photochimie*, 1919, p. 174.

étroites qui, dans le spectre de la vapeur, se résolvent en une multitude de bandes et de raies très fines. Ces bandes fines indiquent, comme nous l'avons montré (¹), que la molécule d'acroléine possède une polarité électrique, le groupe carbonyle et le groupe éthylénique présentent des charges électriques opposées.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation électro-analytique rapide, par potentiels gradués, de l'argent, du cuivre et du bismuth.* Note de M. **Arnold Lassieur**, présentée par M. A. Haller.

Mes expériences ont été exécutées avec l'appareil d'électrolyse Kling et Lassieur. Cathode fixe de forme cylindrique, en toile de platine : diamètre 43^{mm}; hauteur 50^{mm}. Anode rotative : diamètre 30^{mm}; hauteur 50^{mm}. Le potentiel cathodique a été contrôlé au moyen du dispositif que j'ai précédemment décrit (²), l'électrode auxiliaire renfermant une solution de chlorure de potassium normal.

Séparation argent-cuivre. — La séparation électrolytique de l'argent et du cuivre est *a priori* une des plus faciles à réaliser, les tensions électriques de ces deux métaux étant très différentes l'une de l'autre. En pratique certaines difficultés se présentent du fait que le milieu de dépôt convenant à l'argent ne convient pas au cuivre et réciproquement.

A. En milieu nitrique, on peut séparer l'argent du cuivre, en contrôlant la différence de potentiel anode-cathode (1,2 volt avec mon appareil). L'argent se dépose seul, on le pèse, puis on électrolyse pour cuivre le liquide résiduel, sans précautions spéciales. Le dépôt du cuivre est excellent, celui d'argent présente une structure cristalline et une adhérence défectueuse qui en rend la pesée incertaine et même le plus souvent impossible. La séparation est bonne seulement quand de faibles quantités d'argent sont mises en œuvre.

B. En milieu riche en acétate de soude (³), le dépôt d'argent est correct, celui de cuivre présente toujours une surcharge importante rendant le plus souvent le dosage illusoire.

C. En milieu d'acétate d'ammonium (⁴), on observe des résultats du même ordre.

D. La séparation argent-cuivre en bain de cyanure fournit de bons nombres pour l'argent, mais le dépôt de cuivre est assez difficile à obtenir quantitativement.

Des essais que j'ai exécutés, il résulte que la séparation argent-cuivre

(¹) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1142, et t. 177, 1923, p. 1037.
(²) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 1114.
(³) Sand, *J. of Chem. Soc.*, 1907; *Trans.*, I, p. 285.
(⁴) Sand, *loc. cit.*

doit être pratiquée en liqueur nitrique. Il est facile d'obtenir un dépôt d'argent parfaitement adhérent en ajoutant à la liqueur en expérience une faible quantité de mercure. Une quantité de mercure égale au $\frac{1}{10}$ du poids d'argent à déposer est largement suffisante pour l'obtention d'un métal très adhérent. La cathode peut être séchée dans l'étuve à 100°, sans avoir à craindre aucune volatilisation de mercure. Dans mes expériences, la solution des deux métaux, à l'état de nitrates, renferme $1^{cm^3},3$ d'acide nitrique à 36° B. libre. Le volume est de 85^{cm^3}. L'électrolyse est faite au voisinage de l'ébullition avec un courant de 2 ampères pour la précipitation de chaque métal. Durée de chaque dépôt : 20 minutes.

Séparation argent-bismuth. — L'opération est calquée sur la précédente, le bismuth pouvant au point de vue électrolytique être assimilé au cuivre. Le dépôt de bismuth en milieu nitrique passe pour difficile à obtenir. Il n'en est rien, mais il est indispensable de limiter très étroitement le potentiel auxiliaire à 240 millivolts, spécialement en fin d'électrolyse, où il a une tendance à monter très rapidement, souvent en quelques secondes. Un bon dépôt doit présenter une couleur gris fer et un aspect mat et uni.

Séparation cuivre-bismuth. — La plupart des méthodes connues ne peuvent fournir une bonne séparation du cuivre d'avec le bismuth par électrolyse rapide. La méthode de Sand (*loc. cit.*) en milieu tartrique fournit un dépôt de cuivre entraînant du bismuth. Il faut redissoudre ce premier dépôt et exécuter une nouvelle électrolyse pour cuivre. Le même auteur a employé pour cette séparation un milieu renfermant du tartrate de soude, du cyanure de potassium, du formol et de la soude. Le cuivre se trouve sous forme d'un complexe assez résistant pour qu'on puisse obtenir, dans une première opération, le dépôt exclusif du bismuth. Les résultats publiés par Sand sont bons, mais la méthode présente l'inconvénient de charger exagérément la solution de substances diverses, fort gênantes pour la séparation ultérieure d'autres métaux. Ce dernier procédé est, à notre connaissance, le seul qui ait donné, à dire d'auteur, des résultats corrects pour des proportions quelconques de cuivre et de bismuth.

Le bismuth et le cuivre se déposent à des potentiels auxiliaires si voisins, qu'il est inutile de rechercher pour leur séparation une méthode basée sur le réglage exclusif du potentiel auxiliaire. J'ai obtenu d'excellents résultats en opérant en liqueur ammoniacale. Le cuivre reste en solution, le bismuth étant précipité sous forme d'hydrate. Une première électrolyse permet le dépôt du cuivre qui est pesé. La liqueur résiduelle est acidifiée par l'acide nitrique et électrolysée pour bismuth.

Il est indispensable de suivre rigoureusement le mode opératoire suivant : la solution renfermant le cuivre et le bismuth est additionnée d'ammoniaque jusqu'à coloration bleue persistante. On ajoute alors 1^{cm^3} d'ammoniaque à 22° B. en excès, puis 10^{cm^3} d'alcool à 95°, et l'on complète le volume à 100^{cm^3}. La liqueur est électrolysée à froid pour cuivre avec un potentiel auxiliaire de 320 millivolts, qu'on peut laisser croître en fin d'électrolyse jusqu'à 400 millivolts. Pour des quantités de cuivre ne dépassant pas $0^g,500$, l'opération dure 20 minutes. Le cuivre est pesé. La liqueur est neutralisée par l'acide nitrique à 36° B. dont on ajoute un excès de 10^{cm^3}. Électrolyser pour bismuth au voisinage de l'ébullition, le potentiel auxiliaire étant fixé à 240 millivolts. Il est fondamental de ne pas dépasser cette valeur sous peine d'obtenir un dépôt de bismuth noirâtre, sans adhérence.

Des essais ont montré que pour effectuer cette séparation le contrôle du potentiel auxiliaire était nécessaire, la seule considération de la différence de potentiel anode-cathode ne permettant pas d'obtenir la séparation; en effet, si on laisse s'élever inconsidérément le potentiel auxiliaire, on observe un dépôt de bismuth, l'hydrate prenant part à l'électrolyse, comme le fait se produit avec nombre de substances insolubles en suspension au sein d'un électrolyte. Sand a rejeté en principe les méthodes d'électro-analyse rapide dans lesquelles un élément est engagé sous une forme insoluble. Cette rigueur n'est pas justifiée, l'expérience le montre dans le cas présent. On pourrait à première vue, craindre de ne pouvoir séparer aisément l'hydrate de bismuth de la cathode recouverte de cuivre, il n'en est rien et un lavage au moyen d'une fiole à jet a toujours fourni d'excellents résultats. Cette séparation est d'une technique simple et facile, la détermination des deux métaux est faite très exactement.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau réactif de l'oxyde de carbone.* Note de M. A. **Damiens**, présentée par M. H. Le Chatelier.

M. Joannis a montré [1] que l'oxyde de carbone est très lentement absorbé par une dissolution de sulfate de cuivre en présence de cuivre métallique. Il a isolé le composé $SO^4Cu^2.2CO.H^2O$, soluble dans l'eau, très facilement dissociable en oxyde de carbone, sulfate de cuivre et cuivre. Ainsi a été démontrée l'existence d'un sulfate cuivreux, mais seulement sous forme de la combinaison précédente. Ultérieurement, Recoura [2] a

---

(1) Joannis, *Comptes rendus*, t. 136, 1903, p. 615.
(2) Recoura, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1105.

obtenu un sulfate cuivreux SO^4Cu^2 par action ménagée du sulfate de méthyle sur l'oxyde cuivreux. L'eau le décompose rapidement.

Nous avons observé dans une étude antérieure [1] que l'acide sulfurique à 66° Bé agit sur l'oxyde cuivreux sec pour donner un produit qui forme avec l'éthylène un complexe $SO^4Cu^2.nC^2H^4$. Par suite, nous avons pensé que, pour des raisons d'analogie, la même substance pourrait absorber l'oxyde de carbone, ce que l'expérience a confirmé. Le sulfate cuivreux se montre peu soluble et stable dans l'acide sulfurique, de sorte que cette suspension constitue un très bon réactif pour l'absorption et le dosage de l'oxyde de carbone dans les mélanges gazeux complexes.

Ce réactif est exempt de vapeur propre; il n'hydrate pas les gaz, et il absorbe aisément et complètement des volumes importants d'oxyde de carbone. Il n'a pas d'action sensible sur le mercure. Son altération au contact de l'air est très lente. On le conserve simplement dans des flacons bouchés à l'émeri.

On l'obtient en versant l'acide sulfurique sur l'oxyde cuivreux placé dans un mortier. Un échauffement se produit, la poudre rouge brunit, on broye finement la masse qui s'est légèrement agglomérée. Il est plus aisé d'imprégner l'oxyde avec une très faible quantité d'eau et d'ajouter lentement et progressivement l'acide. On évite ainsi l'agglomération signalée.

On peut mettre en suspension dans l'acide sulfurique une proportion quelconque d'oxyde cuivreux, pouvant atteindre par exemple 20 pour 100 et plus, le mode opératoire choisi pour la mesure des volumes gazeux pouvant comporter des exigences particulières. Si l'on fait cette mesure dans des petits tubes gradués, il est commode d'utiliser un réactif à 5 pour 100 d'oxyde cuivreux pour 100^g d'acide. La lecture du volume après absorption peut être faite dans le tube lui-même après quelques minutes de repos : la couche d'acide surnageant le précipité est suffisante pour permettre l'observation du ménisque. La grande viscosité de l'acide sulfurique permet d'autre part la séparation aisée du gaz et du réactif, si l'on fait la lecture dans un tube autre que celui où s'est faite l'absorption.

Le réactif absorbe l'oxyde de carbone dans une proportion telle que la formule du composé formé approche sensiblement la suivante : $SO^4Cu^2.2CO$. Voici les proportions de gaz et de réactif observées et correspondant à la limite de saturation pratique :

---

[1] A. Damiens, *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 585.

Concentration en oxyde Cu^2O pour 100g d'acide SO^4H^2.	Volume de CO absorbé par centimètre cube de réactif.	Rapport $\frac{Cu^2O}{CO}$	Théorie pour $SO^4Cu^2.2CO$.
1..............	$5^{cm^3},30$	2,59	2,55
5..............	$25^{cm^3},35$	2,73	

Le sulfate cuivreux qui se forme dans la préparation du réactif est légèrement soluble dans l'acide. Cette dissolution peut absorber une petite quantité d'oxyde de carbone (environ 2^{cm^3} par centimètre cube). Le complexe formé est aussi légèrement soluble.

Dans le cas général, l'absorption, assez rapide au début, se ralentit à mesure que l'on se rapproche de la limite.

Le réactif possède à l'origine une coloration rouge brun, ainsi que le précipité en suspension. A mesure que l'absorption de l'oxyde de carbone se poursuit, on voit se déposer un précipité blanc et la coloration s'éclaircit. Finalement, à la saturation, le réactif encore coloré surmonte une poudre blanchâtre.

Le réactif ayant absorbé l'oxyde de carbone dégage celui-ci par chauffage. On peut donc régénérer le gaz. Des recherches sont en cours pour étudier complètement la décomposition du complexe formé. La dilution du réactif produit un précipité noir et dégage une faible proportion seulement du gaz absorbé.

Nous avons étudié l'action du réactif à 5 pour 100 d'oxyde cuivreux sur différents gaz. Il absorbe très lentement l'oxygène, et assez rapidement l'éthylène et l'acétylène. Le gaz traité doit donc être débarrassé de ces substances. La condensation dans l'air liquide permet d'éliminer les carbures éthyléniques et acétyléniques, qui peuvent aussi être absorbés préalablement par leurs réactifs propres [1], lesquels n'agissent pas sur l'oxyde de carbone. L'oxygène est d'autre part éliminé par l'un de ses réactifs classiques.

Voici d'autre part les essais faits sur différents gaz non condensables dans l'air liquide, autres que l'oxygène. On a mis en jeu $0^{cm^3},70$ de réactif et l'agitation a duré dans chaque cas environ 10 minutes.

---

[1] P. Lebeau et A. Damiens, *Ann. Ch. Phys.*, 9e série, t. 8, 1917, p. 221.

Gaz étudiés.		Volume mis en jeu.	Volume retrouvé.	Observations.
Hydrogène		5,30	5,30	non absorbé
Méthane		5,60	5,60	non absorbé
		2,47	2,47	—
Azote		2,93	2,93	non absorbé
Mélange H — CO	H	8,35	8,36	
	CO	1,13	1,12	
Mélange H — N — CH^4 — CO	H	1,72	5,08 (H + CH^4 + N)	
	CH^4	1,86		
	N	1,50		
	CO	1,80	1,80	

Il ne paraît pas nécessaire dans les cas envisagés ici de faire agir une seconde fois du réactif neuf sur le gaz déjà traité. La tension de dissociation du complexe formé est donc très faible pour les proportions envisagées. Les dosages d'oxyde de carbone en présence d'hydrogène, de méthane et d'azote sont exactement réalisés dans les limites d'exactitude de notre méthode de mesure.

Si les conditions d'expérience sont telles que le réactif absorbe une forte proportion d'oxyde de carbone, la tension devient sensible. On a fait absorber par $0^{cm^3},7$ du réactif à 5 pour 100, $20^{cm^3},3$ d'oxyde de carbone. Le liquide obtenu a été mis en contact avec de l'hydrogène ($T = 16°$), auquel il a cédé de l'oxyde de carbone : le mélange obtenu étant mis en contact avec du réactif neuf, le volume d'hydrogène primitif a été retrouvé. Il est donc recommandable de vérifier qu'un nouveau contact du gaz avec un réactif neuf ne fait pas varier son volume.

Nous poursuivons l'étude chimique de la réaction signalée qui est peut-être susceptible d'application industrielle, par exemple pour la préparation de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone à partir du gaz à l'eau et d'autres gaz techniques.

CHIMIE. — *Étude chimique des vitraux de l'église Saint-Remi de Reims.* Note [1] de M. **G. Chesneau**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Communication [2], j'ai donné les résultats des analyses que j'ai effectuées sur quatre verres respectivement violet, bleu,

(1) Séance du 25 février 1924.

(2) G. Chesneau, *Contribution à l'étude chimique des vitraux du moyen âge* *Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 622).

vert et rouge de la grande rose du portail occidental de la cathédrale de Reims, dont la verrière date de la fin du XIIIe siècle.

Il m'a paru intéressant pour l'histoire de la technique des vitraux du moyen âge, de faire une étude semblable sur le verre des vitraux de l'église Saint-Remi de Reims, antérieurs d'un siècle à ceux de la cathédrale : la destruction systématique de la ville de Reims par les bombardements ennemis a saccagé les magnifiques verrières de l'abside de Saint-Remi, et c'est sur quelques fragments de ces vitraux, jugés inutilisables pour leur restauration, qu'ont été prélevés les morceaux mis à ma disposition pour cette étude.

Mes analyses sur les vitraux de Saint-Remi ont porté sur un verre bleu (verre ovale de pourtour intact, ayant 35^{mm} sur 25^{mm}, et une épaisseur variant de 3^{mm} à $3^{mm},93$, pesant 7^{g}) et sur un verre rouge (fragment rectangulaire de 25^{mm} de large et 75^{mm} de long, d'épaisseur variant de $2^{mm},75$ à $5^{mm},68$ et pesant 13^{g}); voici les résultats de ces analyses, desquels j'ai rapproché, en vue de leur comparaison, ceux obtenus dans ma précédente étude sur des verres de mêmes couleurs de la cathédrale de Reims :

	Verre bleu.		Verre rouge.	
	St-Remi de Reims.	Cathédrale de Reims.	St-Remi de Reims.	Cathédrale de Reims.
	pour 100.	pour 100.	pour 100.	pour 100.
Silice (SiO^2)	50,10	53,90	54,10	53,50
Acide titanique (TiO^2)	traces	0,20	0,10	traces
Acide sulfurique (SO^3)	"	0,20	"	"
Perte au feu	0,30	0,40	0,50	0,40
Alumine (Al^2O^3)	4,30	3,90	3,30	3,00
Chaux (CaO)	18,60	19,30	16,60	17,80
Magnésie (MgO)	4,70	4,10	4,70	6,10
Potasse (K^2O)	16,70	12,20	15,10	15,00
Soude (Na^2O)	2,60	1,90	1,90	1,80
Oxyde de plomb (PbO)	0,10	traces	0,10	0,03
Oxyde de bismuth (Bi^2O^3)	0,08	0,02	"	"
Métaux colorants :				
Oxyde de cuivre (CuO)	0,08	0,13	0,20	0,13
» de cobalt (CoO)	1,03	0,25	"	"
» de manganèse (Mn^3O^4)	0,63	3,03	1,22	0,86
» de fer (Fe^2O^3)	0,95	0,79	1,90	0,84
Total	100,17	100,32	99,72	99,46

Dans l'ensemble, et abstraction faite des métaux colorants, la composition des verres de Saint-Remi et de la cathédrale de Reims est très voisine; les rapports entre les teneurs de chaux et de magnésie, et entre celles de potasse et de soude sont peu différents d'un verre à l'autre, et l'on est en droit d'en conclure que les matières premières des verres ont été les mêmes pour les vitraux de la cathédrale que pour

ceux de Saint-Remi. Il est donc vraisemblable que, soit qu'ils fussent rémois, soit qu'ils se fussent transportés à Reims d'une autre région, les ateliers qui ont fabriqué les vitraux des deux églises, à un siècle d'écart, avaient la même origine. Mais la composition de ces verres ne peut fixer par elle-même cette origine, faute de points de comparaison avec les vitraux d'autres centres tels que Troyes, Châlons ou Paris, et seule l'analyse, non encore faite à ma connaissance, des verrières de ces régions, où l'industrie des vitraux a été si florissante au moyen âge, pourrait fournir quelque précision sur la question si intéressante de l'origine ou des rapports des ateliers qui ont produit ces admirables vitraux.

Au point de vue des métaux colorant les verres, les analyses qui précèdent dénotent une différence très grande entre les verres bleus de Saint-Remi et ceux de la cathédrale de Reims. On sait quelle pureté de ton offre le bleu des vitraux de Saint-Remi, tandis que le bleu des vitraux de la cathédrale de Reims a une teinte un peu violacée. La comparaison des analyses des verres bleus des deux églises explique aisément cette différence : l'oxyde de cobalt, qui est le colorant bleu par excellence, est quatre fois plus abondant dans le verre de Saint-Remi que dans celui de la cathédrale, et, inversement, la teneur en oxyde de manganèse (colorant violet quand il est au maximum d'oxydation, et ne passant au bleu de lin que par réduction partielle de l'oxyde) est cinq fois plus abondant dans le verre de la cathédrale que dans celui de Saint-Remi.

En ce qui concerne les verres rouges, l'examen de la tranche des verres dénote une différence marquée dans le mode de fabrication des verres de Saint-Remi et de la cathédrale. Ces verres, suivant l'usage constant des verriers du moyen âge, s'obtenaient en cueillant, avec la canne dans le creuset, du verre blanc qu'on recouvrait ensuite d'une mince couche d'émail rouge au cuivre, et l'on soufflait ensuite en plateau ; mais tandis que, dans les verres rouges de la cathédrale de Reims, on n'observe qu'une seule couche d'émail rouge à l'extérieur du verre blanc, les verres rouges de Saint-Remi offrent dans la tranche jusqu'à cinq strates d'émail rouge séparées par des strates de verre blanc : les verres rouges de Saint-Remi semblent donc avoir été obtenus en cueillant successivement cinq fois du verre blanc enduit chaque fois avec de l'émail rouge. Les couches d'émail rouge des verres de Saint-Remi sont d'ailleurs plus minces et plus claires que la couche unique des verres de la cathédrale, dont la teinte est plus foncée dans l'ensemble que celle des verres rouges de Saint-Remi ; dans ceux-ci, les couches d'émail rouge présentent de nombreuses manques qui se sont produites pendant l'étirage de la masse, ce qui semble dénoter un émail plus fluide que celui, très continu, des verres rouges de la cathédrale.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la désulfuration des métaux à l'état solide.* Note de M. B. Bogitch, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Depuis déjà bien longtemps, on a signalé que certains métaux, les aciers, par exemple, chauffés en vase clos, en présence de charbon, voient diminuer leur teneur en soufre.

En fait, cette désulfuration est très lente et n'affecte que les couches tout à fait superficielles du métal. Elle présente donc peu d'importance pratique pour des métaux compacts obtenus par la fusion.

Il en est tout autrement pour les métaux, comme le nickel ou le cobalt, qu'on prépare industriellement à l'état d'agglomérés (cubes, rondelles, briques). Ceux-ci sont, en effet, des corps extrêmement poreux et présentent par conséquent, sous peu de volume, une surface d'action considérable. Dans ce cas, la désulfuration est bien plus rapide. Elle se produit aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'aggloméré. Elle peut donc changer très sensiblement la composition chimique du métal et par là même, ses propriétés mécaniques.

Expériences de laboratoire. — Des oxydes de nickel ou de cobalt, contenant encore 0,01-0,02 pour 100 de soufre, ont été broyés en grains de quelques centièmes de millimètre de diamètre, puis additionnés de colle et moulés en forme de cubes de 15^{mm} de côté. Après séchage, ces cubes ont été soumis à une calcination réductrice pendant un temps variable et à des températures différentes.

Comme réducteurs, nous nous sommes servis de charbon de sucre, d'anthracite et de charbon de bois. Toutes ces espèces de charbons ont été réduits en poudre et utilisés tels quels ou mélangés avec des carbonates alcalins ou alcalino-terreux. Voici quelques-uns des résultats de désulfuration obtenus à 1100° après une calcination de 12 heures :

	Teneur en soufre pour 100.
Oxydes avant la réduction	0,018
Cubes après la réduction :	
Dans le charbon de sucre	0,019
Dans l'anthracite	0,028
Dans le charbon de bois	0,010
» » » + 5 % de carbonate de chaux	0,005

Ainsi donc la réduction de ces oxydes au moyen d'un charbon très pur,

comme celui qu'on obtient par la calcination du sucre, ne produit pas de désulfuration; bien plus, l'anthracite contenant primitivement 0,50 pour 100 de soufre sulfure le métal; par contre, le charbon de bois, surtout quand il est additionné de carbonates, diminue très sensiblement la teneur en soufre du métal.

Une étude plus approfondie de la question nous a montré que la désulfuration ne commence qu'après la réduction complète des oxydes et en même temps que la carburation du métal; qu'elle est due à la présence de carbonates et que par conséquent tout espèce de charbon additionné de ce sel peut convenir. Si le charbon de bois a seul agi dans les expériences ci-dessus, c'est parce que ses cendres étaient déjà riches en carbonates.

Bien que dans les expériences citées plus haut nous n'ayons enlevé que des quantités infimes de soufre : 0,013 pour 100 dans le meilleur cas, ces résultats sont néanmoins très intéressants. Car cette désulfuration, bien légère, a pour effet de modifier très sensiblement les propriétés mécaniques du métal. Ainsi un cube de nickel à 0,015-0,02 pour 100 de soufre, tombe en poussière au premier coup de marteau; mais le même cube, toutes choses égales d'ailleurs, à 0,005 pour 100 de soufre peut, sans se briser, être transformé par martelage en une galette de quelques millimètres d'épaisseur.

MINÉRALOGIE. — *Orientation des cristaux d'iodure d'ammonium par les lames de clivage des micas.* Note de M. **P. Gaubert**.

Les recherches de Frankenheim ont montré qu'une goutte d'une solution d'iodure de potassium laisse déposer, sur les lames de clivage de muscovite et de biotite, des cristaux en octaèdres très aplatis suivant la face adhérant à la lame, ayant tous la même orientation, à côté de cristaux en forme de cube et non orientés, comme ceux qui sont obtenus sur une lame de verre. Les relations des cristaux d'iodure et de mica ont été étudiées au point de vue théorique par M. Wallerant et par M. Mügge, au cours de leurs études sur les groupements de cristaux d'espèce différente. Je rappellerai seulement que les trois arêtes de la face de l'octaèdre, reposant sur la lame, sont parallèles aux trois fentes des figures de choc du mica.

Il était intéressant de voir si le groupement pouvait se produire avec d'autres iodures et si les différents micas avaient la même capacité d'orientation. J'ai constaté que les cristaux d'iodure d'ammonium s'orientent plus

facilement que ceux d'iodure de potassium, et on peut les obtenir très petits, surtout si la cristallisation a lieu à chaud, il y a avantage à employer le sel ammoniacal s'il s'agit d'examiner l'orientation avec des lamelles de mica microscopiques. Les cristaux de bromure et de chlorure d'ammonium peuvent aussi être orientés, mais assez rarement, comme ceux de bromure et de chlorure de potassium. Il est à remarquer que la facilité d'orientation des cristaux des deux séries de sels semble être en relation avec la grandeur du volume moléculaire (celui des deux iodures est beaucoup plus grand que ceux des bromures et chlorures correspondants). Les cristaux d'iodure de césium s'orientent quelquefois, mais ceux d'iodure de sodium anhydre se présentent toujours en cubes de position quelconque. Ceux de chlorure d'argent déposés par une solution ammoniacale, bien qu'ils se présentent en octaèdres, ne montrent aucune orientation.

L'addition d'une petite quantité d'iodure de sodium à la solution des iodures d'ammonium et de potassium rend instables les sommets de l'octaèdre, sommets qui sont remplacés par les faces du cube. Si ces cubo-octaèdres, s'accroissent dans une solution d'iodure d'ammonium pure ou du moins très pauvre en iodure de sodium, les faces du cube ne sont plus stables et disparaissent comme s'il s'agissait d'une cassure.

L'examen de l'action des différents micas, sur les iodures, montre que la composition joue un rôle prédominant sur l'orientation de leurs cristaux. Alors que la muscovite, la lépidolite, la biotite, la zinnwaldite, micas potassiques, ont une action énergique sur les iodures, la paragonite, mica sodique, et la margarite, mica calcique, n'orientent aucun cristal ou plutôt ne montrent que tout à fait accidentellement un octaèdre orienté comme les clitonites et les chlorites. La capacité d'orientation est en relation avec la quantité de potassium contenue dans les micas. Si, pour fixer les idées, on appelle *coefficient d'orientation* le rapport du nombre des cristaux en octaèdres d'iodure d'ammonium, au nombre total des cristaux déposés, il est égal à 1 pour la lépidolite, très voisin de l'unité pour la muscovite et assez variable avec la biotite et la zinnwaldite des différents gisements. Le coefficient d'orientation est en effet diminué par la quantité de fer. Ainsi la *lépidomilane* de Laurvig oriente fort et l'*annite* de Rockport pas du tout.

Les variétés de biotite contenant des éléments habituellement étrangers aux micas : baryum, manganèse, chrome (biotite barytique, manganophyllite, etc.) orientent environ la moitié des cristaux parce qu'elles contiennent beaucoup de potassium.

Les variétés de muscovite, l'œllachérite (7,60 de K^2O et 5,5 de BaO),

la margarodite, la fuchsite, la hallérite, agissent un peu moins activement que les muscovites typiques. Au contraire, les produits d'altération des micas ayant perdu leur potasse, bien que leurs propriétés optiques soient en apparence conservées et que leurs lames donnent encore les figures de choc, ne possèdent plus la faculté d'orienter les iodures. Ainsi la rubellane du lac Laach (2 pour 100 au plus de K^2O) a un coefficient presque nul d'orientation, de même que la jefferisite, la hallite, la protovermiculite, la vermiculite, la vaalite, à peu près sans potasse.

Les lames de mica qui ont été portées au rouge ont perdu la faculté d'orientation, il en est de même de celles qui ont été attaquées par l'acide chlorhydrique.

On en est amené à supposer que c'est à la forme du réseau constitué par les atomes de potassium du mica qu'il faut attribuer les actions attractive et directrice sur le réseau des atomes de potassium et du groupe AzH^4 des iodures, ces réseaux ayant probablement des formes très voisines.

Cette observation jette un jour inattendu sur les groupements cristallisés d'espèces différentes.

Il résulte des faits qui viennent d'être passés en revue, que l'examen de l'orientation des cristaux d'iodure offre un excellent moyen d'investigation, non seulement pour distinguer les micas entre eux, mais aussi pour reconnaître immédiatement les produits de décomposition en permettant de constater la disparition du potassium dans des lamelles qui ont parfois conservé la plupart des propriétés du mica primitif [1].

OCÉANOGRAPHIE. — *La densité des eaux marines; son rôle dans l'étude de la circulation océanique et la pêche maritime.* Note [2] de M. J. **Thoulet**,

J'ai montré dans une Note antérieure comment, pour des eaux marines, la connaissance de la densité σ_θ à la température *in situ* θ et de la densité normale σ_0 à la température de 0°, obtenues par une mesure résultant d'une opération unique, facile et rapide, à la suite d'un sondage densimétrique,

---

[1] Le mica des scories de Kafveltorp, étudié par M. Vogt, n'oriente pas. Ce n'est donc pas un véritable mica. Du reste ses indices de réfraction sont beaucoup plus faibles que ceux de ce minéral. Le plus grand, n_g est voisin de 1,54 et par conséquent de celui de la phlogopite chauffée au rouge.

[2] Séance du 25 février 1924.

permettait de se rendre un compte exact et détaillé de la circulation océanique. L'opération est grandement simplifiée si, au lieu de laisser en tableaux les valeurs numériques obtenues directement, on les dispose en forme de graphique.

Chaque graphique, image d'un sondage densimétrique, consiste en un tracé, à la même échelle, sur une même feuille de papier et rapporté aux profondeurs en abscisses, des trois courbes σ_θ, σ_0 et θ. Considérées isolément ou comparées entre elles, leurs irrégularités montrent immédiatement, par exemple, la profondeur à laquelle descendent verticalement, en chaque localité, les eaux superficielles alourdies par évaporation (environ 400 brasses), la répartition en surface et en profondeur au sein des eaux salées, les eaux douces continentales apportées par les fleuves, la superposition des courants marins, leur nature, leur température, leur direction, leur vitesse, les points de calme; en un mot, la solution des multiples problèmes que comporte la circulation océanique. Les irrégularités de la courbe σ_0 signalent et expliquent les variations en quelque sorte statiques du phénomène général et celles de la courbe σ_θ, en corrélation avec la courbe θ, les variations dynamiques.

Ces graphiques, en outre, apportent une base véritablement méthodique et scientifique à l'industrie de la pêche des poissons migrateurs, morues, thons, germons, harengs, sardines et autres car ils permettent de situer exactement au sein de la masse des eaux marines ce qu'on pourrait appeler le climat d'habitat d'un animal marin quelconque.

Pour un être vivant dans l'atmosphère gazeuse terrestre, l'air ayant partout sensiblement la même composition, la température est la seule véritable caractéristique de sa répartition géographique. Il n'en va pas de même pour les êtres vivant au sein de l'eau salée qui offre des variations de composition considérables. Le climat d'habitat, pour chacun d'eux, implique la double condition de la température et de la salure représentée d'une manière absolument indivisible par une valeur numérique unique, la densité *in situ* σ_θ. La température seule est alors une caractéristique insuffisante et il en est de même pour la salure, poids de tout ce qui, dans le litre de l'eau de mer considérée, n'est pas de l'eau chimiquement pure. Cette seconde caractéristique est immédiatement fournie par la partie décimale $\sigma_0 - 1$ de la densité normale σ_0 déduite, sans analyse ni calcul, de la valeur σ_θ mesurée sur place. Ainsi, pour en donner un exemple, le corail des atolls ne peut exister que dans des eaux non saumâtres et de température supérieure à 20°; il périrait aussi bien dans de l'eau convenablement salée mais au-dessous

de 20° que dans de l'eau saumâtre au-dessus de 20°. D'autres variables peuvent être susceptibles d'exercer une action plus ou moins favorable ou défavorable, mais leur influence est d'ordre secondaire.

Ces deux caractéristiques, température et salure, indissolublement liées dans un unique σ_θ, peuvent varier séparément entre certaines limites d'ailleurs assez étroites et créent ainsi pour l'être en question un habitat optimum où celui-ci abondera, médiocre où il demeurera rare ou absolument contraire et, dans ce cas, il en sera toujours absent.

Ces conditions physiques ambiantes règlent aussi la distribution du plancton qui leur obéit automatiquement et qui lui-même entraîne à sa suite tous les êtres de l'Océan auxquels il sert directement ou indirectement de nourriture et qui, eux, n'ont pas de caprices.

Lorsqu'on aura déterminé exactement et fixé numériquement, pour un être, quel qu'il soit, son σ_θ d'habitat et que les graphiques σ_0, σ_θ et θ auront été tracés de la manière indiquée, ri n ne sera plus aisé que d'y lire la situation et la distribution exactes des localités où le pêcheur sera à l'avance à peu près certain de l'y trouver dans des conditions déterminées.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Graminées. Développement de l'embryon chez le* Poa annua *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. L. Guignard.

L'embryon des Graminées, malgré l'état de complication des formes adultes, se développe selon des lois simples et constantes qui permettent de se faire une idée assez exacte des rapports que ce nouveau type de développement embryonnaire présente avec ceux qui ont déjà été établis chez les autres Angiospermes.

Par quatre bipartitions successives, il s'édifie, chez le *Poa annua*, un proembryon à seize cellules comparable à celui qu'on rencontre chez les Liliacées [1] et beaucoup de Dicotylédones (par exemple, chez les Polygonacées, les Renonculacées, les Composées). Les directions des divisions des quatre cellules circumaxiales supérieures du proembryon octocellulaire peuvent être transversales, verticales ou obliques, de sorte que cette région supérieure, *q*, peut ne pas se partager, dans tous les cas, en deux étages très nets *l* et *l'*. Les figures 1 à 3 permettent d'assister à la formation de la tétrade; par division de ses quatre éléments, celle-ci donne naissance au proembryon octocellu-

---

[1] R. Souèges, *Embryogénie des Liliacées. Développement de l'embryon chez l'*Anthericum ramosum *L.* (*Comptes rendus*, t. **167**, 1918, p. 34).

laire (*fig.* 5); celui-ci, à son tour, par segmentation de ses huit éléments engendre le proembryon à seize cellules, partagé en six étages, *l*, *l'*, *m*, *n*, *o* et *p*, ou en cinq étages, *q*, *m*, *n*, *o* et *p*, selon que les quadrants, *q*, se séparent par des cloisons à direction horizontale ou verticale (*fig.* 7).

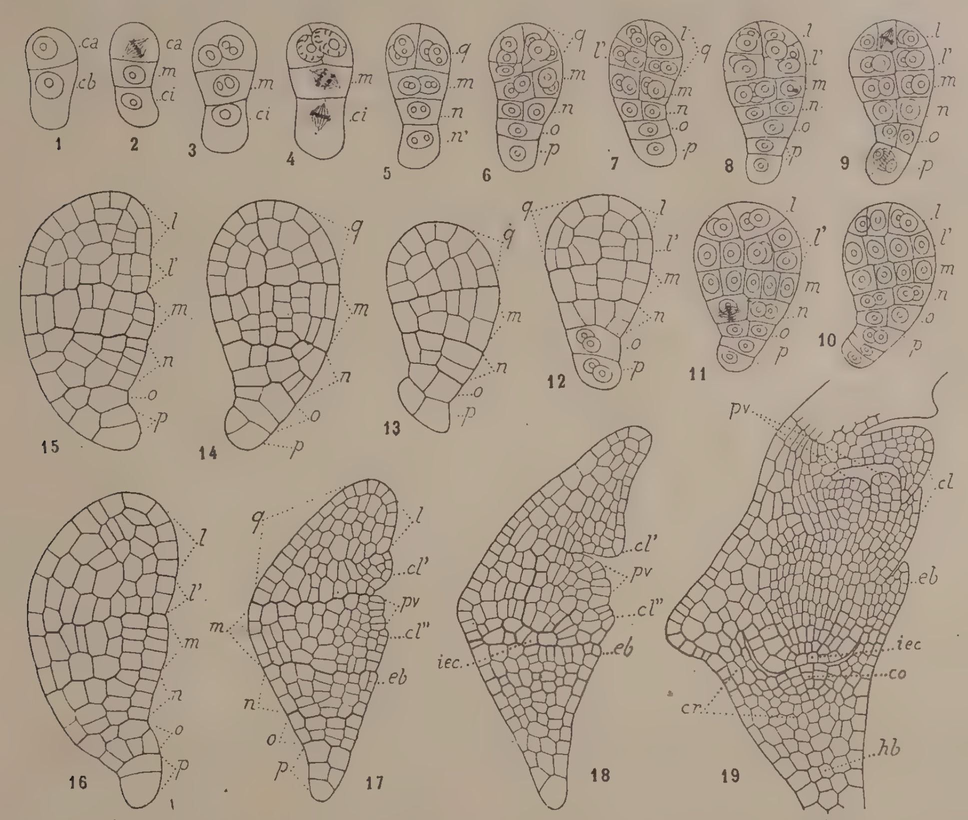


Fig. 1 à 19. — *Poa annua* L. — Les principales étapes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m* et *ci*, cellules-filles de *cb* ou cellule intermédiaire et cellule inférieure de la tétrade; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *o* et *p*, cellules-filles de *n'*; *q*, *m*, *n*, *o*, *p*, les cinq étages du proembryon; *l* et *l'*, subdivisions de l'étage *q*; *cl*, coléoptile; *cl'* et *cl''*, ses deux lèvres supérieure et inférieure; *pv*, cône végétatif de la tige et première feuille; *eb*, épiblaste; *hb*, hypoblaste; *iec*, initiales de l'écorce au sommet radiculaire; *cr*, coléorhize; *co*, coiffe. G. = 375; 190 pour les figures 17 à 19.

Sans entrer dans le détail des processus ultérieurs des segmentations que mettent suffisamment en évidence les figures 8 à 16, on peut montrer quelles sont les parties du corps de l'embryon adulte que ces différents étages contribuent à édifier. L'étage *q*, ou les deux étages *l* et *l'* qui en dérivent, donne naissance au cotylédon. Au moment où le proembryon s'applatit latéralement (*fig.* 15) et laisse apparaître la dépression marquant la séparation du cotylédon et de l'hypocotyle, on peut voir que cette dépression se produit à la limite commune des deux étages *q* et *m* (*fig.* 16, 17). La lèvre supérieure du coléoptile (*cl'*), qui se différencie peu après aux dépens des cellules épidermiques de la base cotylédonaire, tire son origine de la région du proembryon correspondant,

selon toute apparence, à l'étage *l'* (*fig.* 15, 16, 17). Aux dépens de l'étage *m*, se développent l'axe hypocotylé, le cône végétatif de la tige, la lèvre inférieure du coléoptile, les initiales du cylindre central et de l'écorce au sommet radiculaire.

Le cône végétatif de la tige, la première feuille (*pv*) et la lèvre inférieure du coléoptile (*cl''*) apparaissent tout d'abord sous forme de trois mamelons rudimentaires (*fig.* 17). Le premier s'accroît peu, les deux autres au contraire progressent rapidement de bas en haut. Hanstein [1] a très bien montré, à propos du *Brachypodium distachyum*, comment les deux lèvres du coléoptile arrivent peu à peu à entourer le cône végétatif et le rudiment de la première feuille. Le dermatogène se différencie d'assez bonne heure, les deux autres histogènes beaucoup plus tard; peu après, il se produit, dans la région qui correspond au plan de séparation des deux étages *m* et *n*, un décollements de tissus, qui restent seulement soudés par leurs parties axiale et marginale.

L'étage *n* engendre la coiffe, la coléorhize et l'épiblaste. L'origine de l'épiblaste (*eb*) aux dépens des cellules épidermiques de l'étage *n* se distingue nettement en 17 et 18. Les cellules centrales de cet étage, soudées supérieurement aux initiales de l'écorce, se multiplient par segmentations tangentielles et radiales et donnent naissance à un tissu peu étendu, de forme conique, qui représente la coiffe (*co*, *fig.* 19). Les éléments latéraux et inférieurs du même étage concourent à la formation de la coléorhize (*cr*). Les étages *o* et *p* restent composés d'éléments qui se multiplient peu; à leurs dépens se développe la portion la plus inférieure du proembryon, celle qui correspond au suspenseur et qu'on désigne généralement sous le nom d'hypoblaste (*hb*). Chez le *Poa annua*, les cellules de l'hypoblaste se distinguent par leurs grandes dimensions et l'accumulation de substances de réserve dans leur intérieur. Les limites des trois étages, *n*, *o* et *p*, aux derniers stades du développement, ne demeurent pas toujours bien distinctes.

En résumé, l'étude du développement embryonnaire, chez le *Poa annua*, permet d'établir la genèse, aux dépens des éléments proembryonnaires les plus jeunes, des régions fondamentales du corps de la plante et de ces productions surnuméraires qui rendent ordinairement si complexe l'embryon des Graminées. Connaissant l'origine exacte de ces régions ou de ces productions, on pourra plus aisément définir leurs homologies et déterminer les affinités avec les groupes plus ou moins voisins. Il apparaît déjà avec évidence que l'embryon du *Poa annua* vient surtout s'apparenter avec celui des Liliacées, puisque, dans les deux cas : 1° les règles qui président à l'édification du proembryon à seize cellules sont semblables; 2° le cotylédon tire son origine de l'étage *q* et l'axe hypocotylé de l'étage *m*. Les différences que l'on pourrait relever, quant à l'origine des diverses initiales au sommet radiculaire, ne peuvent entrer en ligne de compte, la question n'étant pas encore résolue, chez les Liliacées, avec toute la précision désirable.

---

(1) J. Hanstein, *Die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen* (*Bot. Abhandl.*, t. 1, p. 47, Bonn, 1870).

BOTANIQUE. — *Variations du seuil de condensation amylogène des plastes dans l'hypocotyle du Haricot.* Note de M. A. **Maige**, présentée par M. Marin Molliard.

J'ai montré, dans une Note antérieure, que les plastes d'une même cellule peuvent présenter des variations individuelles d'excitabilité amylogène, et que deux cellules voisines peuvent se distinguer par une excitabilité amylogène différente de leurs plastes. J'ai effectué de nouvelles expériences en vue de confirmer et de préciser ces conclusions en utilisant toujours comme matériel des embryons de haricot (sans cotylédons) cultivés sur du buvard humide à 20°.

Si l'on observe la germination de ces embryons, on constate qu'à la période de réaction amylogène, que j'ai étudiée précédemment, succède une seconde phase où les grains de nouvelle formation disparaissent peu à peu, ne laissant finalement subsister que des plastes non amylifères et une partie des plastes amylifères primitifs plus ou moins diminués de grosseur qui continuent à digérer leur amidon. A cette seconde période en succède une troisième où tous les plastes sont devenus non amylifères.

Si l'on prélève l'embryon au début de la troisième période et qu'on le couche sur du buvard mouillé d'une solution de glucose à 5 pour 100 ($t = 20°$), la diffusion établit une variation progressive de la concentration du sucre de la face inférieure à la face supérieure dans l'écorce et dans la moelle, ce qui permet d'étudier facilement l'apparition de l'amidon dans les cellules d'une même région soumises à des excitations décroissantes.

On observe ainsi que l'amidon peut être formé déjà dans l'endoderme sur tout le pourtour ou sur la plus grande partie de cette assise, alors qu'il n'existe encore que dans les cellules de l'épiderme et de l'écorce de la face au contact de la solution sur une faible partie de la section de l'organe. D'après ce qui vient d'être dit de la variation progressive du taux de sucre d'une face à l'autre, cette constatation implique pour les cellules endodermiques une excitabilité amylogène spéciale, plus grande que celle des cellules voisines de l'écorce et du péricycle, et qui se traduit, soit par un seuil de condensation plus bas, soit par un moindre intervalle (*temps de réaction*) entre le début de l'excitation efficace d'intensite supérieure au seuil de condensation et celui de l'apparition de l'amidon dans les plastes. La première hypothèse est nettement appuyée par ce fait, facile à observer dans la germination des embryons à réaction amylogène faible, que l'assise

endodermique, pourvue ou non de plastes amylifères, présente (soit seule, soit accompagnée de l'assise sus-endodermique) une réaction amylogène de tous ses plastes, alors que les assises contiguës de l'écorce n'offrent qu'une réaction tardive ou nulle, mais qui peut être hâtée ou provoquée en augmentant la teneur en sucre de ces cellules par culture sur une solution de glucose à 5 pour 100.

L'examen et la comparaison à divers intervalles de temps des cellules d'un même tissu, écorce ou moelle, permet de suivre la marche de la formation de l'amidon dans une cellule. On peut ainsi constater que l'apparition de ce dernier a lieu progressivement dans les divers plastes, et que le nombre des plastes amylifères, faible au début, va en croissant rapidement. Il en résulte que dans une cellule choisie à un stade convenable, il est possible de distinguer des plastes (parfois immédiatement voisins) d'apparition plus ou moins ancienne et d'évolution plus ou moins avancée. Cette distinction est facilitée par l'étude des caractères que présentent ces corpuscules au cours de leur développement amylogène. Ces plastes sont soit uniloculaires (à un seul grain) soit pluriloculaires (avec grain composé), la proportion de ces deux types variant avec les cellules et avec les embryons. Les plastes amylifères uniloculaires proviennent soit de l'activité d'un plaste entier sans amidon, soit de la séparation des loges d'un plaste pluriloculaire; leur évolution amylogène que l'on peut observer nettement sur certains embryons le fait par l'apparition à l'intérieur du plaste (parfois volumineux) d'un contenu amylacé peu condensé, teinté d'abord en brun très clair par l'iode; puis cette coloration s'accentue et il apparaît au centre du grain une zone plus condensée, se colorant en brun noir, et dont l'étendue faible au début augmente de plus en plus. Les divers grains des plastes pluriloculaires évoluent suivant le même processus.

Si au lieu d'expérimenter sur un embryon prélevé à la troisième période, on opère à l'aide d'un embryon prélevé à la seconde, on constate que les plastes sans amidon évoluent comme précédemment et que les plastes amylifères produisent deux types analogues : le premier pluriloculaire formé par développement d'une calotte ou d'une couronne de nouveaux grains, le second uniloculaire résultant de la formation autour de l'amidon primitif du plaste d'une zone amylacée homogène plus ou moins épaisse se distinguant facilement par sa coloration brun clair (par l'iode) qui tranche nettement avec la coloration brun noir de l'amidon ancien. On peut observer dans certaines cellules des plastes appartenant aux quatre types que je viens d'indiquer et d'apparition plus ou moins ancienne et dans un

voisinage immédiat des plastes d'une même catégorie ou de catégories différentes d'évolution plus ou moins avancée.

Est-il possible de préciser sur quelque point la nature de ces différences d'excitabilité amylogène qui existent entre les plastes d'une même cellule et qui ressortent des observations précitées?

Si dans l'expérience précédente on diminue l'excitation en employant une solution de glucose à 2,5 pour 100, on peut observer facilement après 18-24 heures des cellules de l'écorce où seuls un certain nombre de plastes non amylifères sont entrés en activité amylogène; les plastes amylifères qui ici n'ont pas réagi l'ont fait nettement dans les cellules, plus riches en sucre, voisines de la solution; ils possèdent donc vis-à-vis des autres au seuil de condensation plus élevé, dans les conditions physiologiques où se trouvent les cellules à cet état d'évolution de l'embryon.

Mais si l'hypothèse d'une différence de niveau du seuil de condensation semble nécessaire à l'explication de certains faits, il n'en résulte nullement qu'elle doive s'appliquer à tous. Rien ne s'oppose dans les observations précédentes, à ce que parmi les plastes d'une cellule, il y en ait qui diffèrent au point de vue amylogène par d'autres caractères tels que le temps de réaction ou l'intensité de cette dernière, peut-être même par la présence ou l'absence du *tonus* nécessaire à l'excitabilité. Il convient de s'en tenir en ce qui concerne les plastes d'une même cellule à la notion générale de différences d'excitabilité amylogène, qui est susceptible des modalités les plus diverses dans son application, en remarquant que l'une des formes sous lesquelles ces différences peuvent se traduire est la variation du seuil de condensation.

L'hypothèse d'un niveau de ce seuil plus bas que celui des cellules voisines est d'autre part nécessaire à l'explication du caractère spécial de la fonction amylogène dans les cellules endodermiques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Anomalies des* Helianthus *issus de graines chauffées de* 120° *à* 150° C. Note de M. **Edmond Gain**, présentée par M. Molliard.

Dans des Notes antérieures ([1]), nous avons montré que le chauffage des embryons de Grand-Soleil de 120° à 150° C. laisse subsister leur activité végétative, mais que les plantules qu'on obtient sont carencées. Celles qu'il

---

([1]) *Températures ultra maxima supportées par les embryons d'*Helianthus annuus (*Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 631). — *Sur la résistance comparative à la chaleur des points végétatifs du grand soleil* (*Ibid.*, p. 1557). — Etc.

est possible d'élever en pleine terre avec des soins particuliers peuvent arriver à fleurir et donnent des capitules de 5 à 8^{cm} de diamètre. Sur 40 individus environ qui ont été amenés à floraison, nous n'avons pas encore obtenu de graines bien venues issues de ces fleurs.

Est-ce la suppression de certaines vitamines essentielles qui rend impossible cette fructification? Nous considérons comme prématuré de répondre à cette hypothèse.

Dans la présente Note nous donnons, au point de vue morphologique les anomalies constatées dans des plantes carencées dont la taille a pu atteindre 1 à 2^{m} de hauteur environ.

A. Tiges. — 1. Fasciation assez fréquente à quelques centimètres au-dessus des cotylédons, dès la base de la tige.

2. Fasciation en un point isolé de la tige parfois à 60 ou 80^{cm} au-dessus du sol.

3. Fasciation sur des pétioles des feuilles.

Deux types de fasciations ont été observés : fasciation aplatie, la plus fréquente, et fasciation spiralée hypertrophiée.

4. Anomalies de ramification : Parfois un tissu de cicatrisation en bourrelet prend naissance sur l'embryon et donne deux pousses et par suite deux tiges équivalentes. Chacune de ces tiges peut être plus ou moins normale et indépendante. Il peut se produire en outre une languette foliacée.

5. La pousse qui sort de la graine peut consister seulement en un limbe pétiolé. Ce pétiole, plus ou moins long, prolonge la pousse et ne possède aucun bourgeon axillaire : cela donne l'aspect d'une phyllorhize théorique, dont la vie est parfois limitée à quelques semaines. Cette pousse est cylindrique puis prend un sillon médian marquant le haut du pétiole.

6. Au-dessous du point gemmulaire, détruit par la chaleur, un accroissement intercalaire peut donner une ou deux languettes ayant la forme de feuilles lancéolées très allongées et pouvant atteindre 5^{cm} ou 6^{cm}. L'une des deux peut cesser de se développer très jeune et périr. Celle qui subsiste porte comme un massif végétatif à la base, d'où part une tige du type normal. Là encore on évoque tout naturellement la notion dégagée par Chauveaud des deux premières phyllorhizes d'une plantule de Dicotylédone.

B. Feuilles. — Les anomalies concernant les feuilles sont relatives à leur forme et à leur disposition phyllotactique.

Anomalies de forme. — 1. Asymétrie caractérisée par une denticulation localisée sur la moitié gauche ou droite de la feuille.

2. Feuilles divisées en deux lobes inégaux séparés par une échancrure médiane. Parfois on constate une nervation anormale, ou l'absence de nervation visible extérieurement.

3. Allongement de la feuille en forme de languette étroite verte à différenciation peu accusée.

Anomalies de disposition. — On a observé une grande variété de types individuels. Sur un même individu on peut voir une disposition d'abord alterne puis des verticilles de feuilles.

Le verticille peut être dimère puis trimère. On a aussi vu des tiges où les verticilles restent ou dimères ou trimères ou tétramères. Il apparaît donc un certain désordre dans la répartition des feuilles. Mais ici ces désordres restent distincts des manifestations de fasciation.

Il arrive parfois en morphologie que les faits tératologiques peuvent éclairer certaines théories de la morphologie normale, et inversement. Ici la théorie de la phyllorhize est en concordance avec les faits observables chez les plantules carencées d'*Helianthus*.

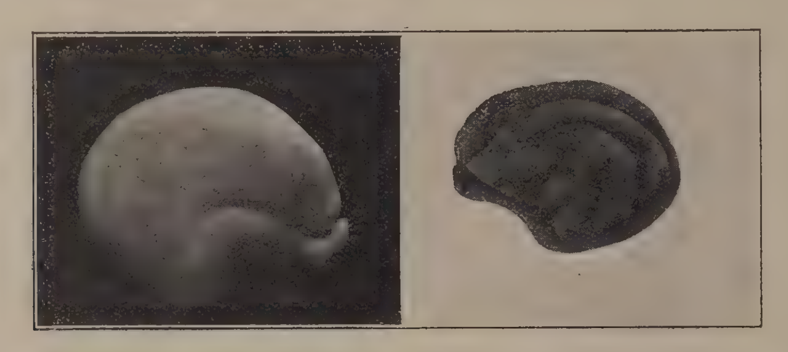
ANATOMIE COMPARÉE. — *Le cerveau de l'Ours à la naissance.* Note de M. **R. Anthony** et Mlle **F. Coupin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Si l'on compare le cerveau d'un Ours (*Ours brun* ou *Ours blanc*) à la naissance à celui d'un autre Carnassier, ou, d'une façon plus générale, à celui d'un autre Mammifère à ce même moment, on constate qu'il est, aussi bien au point de vue pondéral qu'à celui des plissements qu'il présente à sa surface, extraordinairement peu développé.

Le cerveau des Ours nouveau-nés ne pèse pas plus de 6^g à 7^g. Il est, chez l'Ours brun par exemple, environ le $\frac{1}{60}$ de ce qu'il sera chez l'adulte. Ce même rapport atteint au contraire les valeurs approximatives de $\frac{1}{5}$ chez le Chat, $\frac{1}{2}$ chez les Ruminants (Cerf unicolor, Chèvre, Mouton, Mouflon d'Algérie), $\frac{1}{8}$ chez les Rongeurs (Rat et Lapin), $\frac{1}{2}$ chez le *Semnopithecus maurus* Desm., $\frac{1}{4}$ chez l'Homme; pour lui trouver une valeur de $\frac{1}{60}$, il faudrait, dans ces différentes espèces, remonter très loin le cours de la vie intra-utérine.

D'autre part, si le rhinencéphale montre déjà, complètement individualisés, ses parties fondamentales et ses principaux sillons, le neopallium est complètement lisse, sauf qu'il présente sur la face interne de l'hémisphère une ébauche de calcarine, et, sur la face externe, une vague et obscure dépression située au niveau de l'angle de coudure des rhinales et dont la

limite supérieure correspond à la future suprasylvia. On sait que ces deux sillons, calcarine et suprasylvia, sont ceux qui, chez tous les Mammifères, se montrent les premiers au cours de l'ontogénie. Cette lissencéphalie à peu près complète de l'Ours à la naissance s'oppose à la grande gyrencéphalie des Canidés et des Félidés (voir la figure) nouveau-nés dont le cerveau possède déjà, comme celui des Ongulés et des Primates, tous ses plissements fondamentaux.



A gauche : face externe de l'hémisphère droit d'un cerveau d'Ours blanc nouveau-né.
A droite : face externe de l'hémisphère gauche d'un cerveau de Chat domestique nouveau-né.
Gr. × 1,5.

Si l'on veut exprimer brièvement ces caractères, on peut dire que le cerveau est, chez l'Ours nouveau-né, tant au point de vue de son poids qu'à celui de la différenciation de son manteau cortical, sensiblement au stade auquel il se trouve ailleurs au tiers de la gestation.

Ceci peut s'expliquer par le très faible poids de l'Ours à la naissance car l'on sait la relation étroite et constante qui existe, au cours de l'ontogénie individuelle, entre le poids du corps et l'état de développement du cerveau. Le poids d'un Ours brun ou d'un Ours blanc nouveau-né est à peu près le $\frac{1}{600}$ de celui de l'adulte. Ce rapport est de $\frac{1}{150}$ environ chez les grands Félidés, de $\frac{1}{50}$ chez les Canidés, de $\frac{1}{25}$ chez le Chat domestique. Chez les Ongulés, les Rongeurs, les Insectivores et les Primates, nous ne l'avons pas vu s'abaisser au-dessous de $\frac{1}{45}$.

Nous avons observé que d'une façon assez générale, toutes choses égales d'ailleurs (la gestation par exemple n'étant ni allongée ni raccourcie, et, les fœtus naissant dans le même état tant au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique), le poids somatique du nouveau-né est, dans un groupe mammalien homogène, par rapport à celui de l'adulte, en raison inverse de ce dernier, les animaux les plus gros ayant relativement

à eux-mêmes les nouveau-nés les plus petits. C'est, comme l'indiquent les chiffres que nous venons de donner, ce qu'on observe très nettement dans la série des Carnassiers où, de plus, la loi de Flourens (la durée de la gestation est en raison directe du poids somatique) se vérifie également, puisque l'Ours porte 180 jours, les *Felis leo*, *tigris*, *pardus* et *concolor* 108 jours, le Chien et le Chacal 60 jours, le Chat domestique 56 jours.

Il convient de noter avec soin qu'au point de vue des phanères, de même qu'à celui de l'ossification, l'Ours nouveau-né est dans un état très comparable à celui d'un Lion, d'un Chat, d'un Chien nouveau-nés : si, seul, le cerveau est manifestement en retard, c'est que, comme nous l'avons dit, durant tout le cours de l'ontogénie individuelle, son développement pondéral, de même que sa différenciation topographique, sont sous la dépendance étroite du développement de la masse du corps.

En résumé, le très faible poids et le peu de différenciation du cerveau de l'Ours nouveau-né sont en rapport avec sa taille réduite ; et celle-ci est elle-même, au moins pour une très grande part, en rapport avec le grand poids somatique de l'Ours adulte.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Rendements énergétiques comparés dans le développement de moisissures aux dépens d'hydrates de carbone ou de protéiques et action dynamique spécifique*. Note de MM. **E.-F. Terroine**, **R. Bonnet**, **R. Jacquot** et **G. Vincent**, présentée par M. Guignard.

Les travaux de Terroine, Bonnet et Joessel ([1]) ont établi que, dans la germination à l'obscurité et sur eau distillée, processus qui comporte essentiellement une néoformation de cellulose aux dépens des matières de réserve de la graine, le rendement énergétique, très élevé lorsqu'il s'agit de réserves hydrocarbonées (riz, sorgho), s'abaisse dans des proportions considérables lorsqu'on a affaire à des graines contenant des matières albuminoïdes (haricot, lentille).

Terroine, Bonnet et Joessel trouvent dans ce fait un élément de preuve en faveur de l'explication de l'action dynamique spécifique donnée par Rubner, à savoir que, chez les Homéothermes, la formation du sucre aux dépens des protéiques ne peut se faire sans réactions intermédiaires entraînant une perte d'énergie. Cette perte d'énergie s'observerait en effet dans

([1]) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 900.

tous les cas où il y a formation d'hydrates de carbone aux dépens des protéiques.

C'est dans le but de discuter cette hypothèse que nous avons étudié le développement de deux moisissures : *Sterigmatocystis nigra* et *Aspergillus Orhizæ*, ce développement comporte en effet comme processus prédominant la formation d'hydrates de carbone, la cellulose représentant 60 à 70 pour 100 du poids sec de mycélium formé. De plus, il permet une analyse plus exacte que la germination. Théoriquement, il faudrait pouvoir isoler la seule réaction considérée; cela est pratiquement à peu près impossible. Mais, tandis que dans le cas de la germination on part d'un mélange (réserves de la graine) pour aboutir à un autre mélange (plantule), dans celui du développement des champignons choisis on peut partir d'une unique substance organique. *St. nigra* et *A. Orhizæ* se développent avec la même rapidité dans un milieu salin contenant tantôt du sucre, tantôt une matière protéique.

Nous avons donc étudié le rendement énergétique de ces deux moisissures en appliquant la technique antérieurement indiquée par Terroine et Wurmser et en les cultivant tantôt sur glucose et tantôt sur solution de peptone de soie ou de gélatine.

La validité des résultats exige la satisfaction de deux conditions préalables :

a. Les manipulations effectuées ne doivent entraîner aucune perte d'énergie. Or, des recherches antérieures nous avaient montré qu'en culture sur glucose on réalisait le bilan énergétique à 6 pour 100 près; les recherches actuelles sur peptone nous ont apporté un résultat identique.

Exemple :

Énergie des aliments offerts		$3^{cal},8223$
Energie du résidu alimentaire	$2^{cal},726$	
Énergie du mycélium récolté	0 ,383	
Énergie correspondante au CO^2 rejeté	0 ,5408	
Énergie totale retrouvée		$3^{cal},6498$
Différence		$0^{cal},1725$ soit 4,5 pour 100

b. La composition du mycélium obtenu doit être la même dans tous les cas. C'est ce que permet d'affirmer la double identité de la teneur en N total et de la chaleur de combustion du mycélium. Ces valeurs que nous réunirons dans un prochain Mémoire, étant par ailleurs identiques pour les deux espèces, on doit donc s'attendre aux mêmes rendements dans les deux cas.

Les déterminations de rendement énergétique permettent l'acquisition de valeurs expérimentales d'une remarquable homogénéité, comme il est facile de s'en rendre compte par l'examen du tableau ci-après :

	Aspergillus Orhizæ.			Sterigmatocystis nigra.		
	Nombre de déterminations.	Valeurs moyennes.	Valeurs exp. extrêmes.	Nombre de déterminations.	Valeurs moyennes.	Valeurs exp. extrêmes.
Glucose + $SO^4(NH^4)^2$.	7	0,59	0,57-0,61	7	0,58	0,56-0,61
Peptone de soie.	6	0,37	0,35-0,38	7	0,38	0,34-0,43
Gélatine........	4	0,39	0,37-0,40			

Le simple examen des chiffres apporte l'entière justification du point de vue précédemment énoncé : le rendement énergétique est beaucoup plus élevé avec le glucose qu'avec les matières protéiques. Ainsi, on observe qualitativement les mêmes faits dans la couverture de la dépense énergétique des Homéothermes, dans la germination et dans le développement des moisissures. Mais ne peut-on aller plus loin et rechercher s'il n'existe pas une parenté quantitative. Or :

a. Dans le cas de la couverture des dépenses chez les Homéothermes, Rubner identifie 140^{cal} de protéiques à 106^{cal} de sucre, donc 100^{cal} de sucre correspondent à 132^{cal} de protéiques.

b. Dans le cas de la germination, la substitution de 22 pour 100 d'énergie sous forme protéique à des hydrates de carbone entraîne un abaissement de rendement de 11 pour 100 ; c'est dire qu'ici 100^{cal} de glucose correspondent à 150^{cal} de protéiques.

c. Enfin, dans le cas actuel, 100^{cal} font 58^{cal} de mycélium si elles sont offertes sous forme de glucose et n'en font que 39 si elles sont offertes sous forme de protéiques ; 100^{cal} de glucose correspondent donc à 150^{cal} de protéiques.

Tous ces processus présentent donc des rendements extrêmement voisins et, si l'on observe une moindre valeur relative des protéiques dans les deux derniers cas, c'est qu'alors des réactions autres que la formation d'hydrates de carbone sont en jeu. Dans ces conditions, l'action dynamique spécifique nous apparaît bien comme un cas très particulier de la loi générale qui régit, chez tous les êtres vivants, les processus de formation des hydrates de carbone aux dépens des autres matières organiques.

Réunissant tous nos résultats antérieurement acquis et sous réserve des études actuellement en cours sur la transformation des graisses qui permettront sans doute un énoncé plus complet, nous proposons pour cette loi la forme partielle et provisoire suivante : *Chez tout être vivant, toute formation*

d'un hydrate de carbone entraîne une perte d'énergie extrêmement faible si elle se fait aux dépens d'un autre hydrate de carbone, plus élevée si elle a lieu aux dépens des graisses, considérable si elle s'opère aux dépens des protéiques. Les coefficients d'utilisation énergétique des hydrates de carbone et des protéiques sont entre eux environ comme 100 *à* 140.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Diffusion et généralisation de l'excitation dans les centres au cours de l'effort prolongé.* Note de MM. **Henry Cardot** et **Henri Laugier**, présentée par M. Charles Richet.

Cette Note a pour objet d'attirer l'attention sur un phénomène de diffusion et de généralisation de l'excitation dans les centres, phénomène qui se produit au cours d'un effort soutenu jusqu'à la limite des forces.

On peut le mettre en évidence de la façon simple suivante : on utilise un dynamographe quelconque, par exemple celui de M. Ch. Henry qui, comme on sait est constitué par une poire en caoutchouc pleine de mercure, reliée à un tube de verre vertical, dans lequel en comprimant la poire, on peut faire monter le mercure à des niveaux divers. On demande au sujet de fournir un effort peu intense mais de le soutenir jusqu'à la limite de ses forces ; ainsi on lui demande, pour le modèle courant du dynamographe de faire monter le mercure à une hauteur de 20^{cm} et de l'y maintenir aussi longtemps que possible.

Dans ces conditions, soit par l'auto-observation si l'on est soi-même sujet, soit par l'enregistrement si l'on opère sur d'autres individus, on constate ce qui suit : Au début, le sujet soutient les 20^{cm} de mercure sans difficulté ; seuls sont en état de contraction les muscles de l'avant-bras, qui concourent au travail exécuté, à savoir les fléchisseurs des doigts, les muscles de la main. Tous les autres muscles du corps sont au repos, ou tout au moins dans cet état complexe de tonus léger qui maintient, en rapport avec l'attitude, la station debout ou la station assise, suivant les conditions dans lesquelles on opère. Pouls et respiration sont sensiblement normaux.

A mesure que l'effort se prolonge, la fatigue apparaît. Pour maintenir le mercure au même niveau, le sujet a l'impression de faire un « effort » de plus en plus grand ; il a d'une façon très nette la sensation que pour continuer à soutenir la même colonne de mercure, il faut que ses centres envoient aux muscles une commande de plus en plus intense ; pour réaliser le même

effet, l'individu, à mesure que la fatigue progresse, doit mettre en jeu une « énergie nerveuse » de plus en plus grande [1].

Or, au fur et à mesure que le centre qui commande les muscles directement intéressés à l'effort fonctionne avec une activité de plus en plus intense, on observe de proche en proche que des muscles non directement intéressés entrent en contraction : d'abord les muscles des bras, puis ceux de l'épaule, puis ceux de l'autre bras, puis ceux de l'abdomen, puis ceux des membres inférieurs et même de la face. Si bien que si l'individu qui est sujet poursuit honnêtement son effort jusqu'à la limite de ses forces, au moment où il l'atteint on peut dire qu'il est en état de contraction généralisée : tête, tronc et membres; thorax immobilisé, pouls généralement accéléré [2].

L'explication la plus simple est la suivante : à mesure que le centre moteur supérieur qui commande le mouvement devient le siège d'une activité de plus en plus intense, l'excitation d'abord bien étroitement localisée à ce centre irradie dans les centres voisins, les atteint successivement, et diffuse de proche en proche, pour se généraliser finalement à tout l'organisme. On connaît les lois de localisation : symétrie, irradiation, généralisation pour les phénomènes réflexes. Lorsqu'on applique par sa voie sensitive, à un centre réflexe, des excitations d'intensité croissante, on obtient d'abord des réflexes étroitement localisés; puis l'augmentation fournie augmentant d'intensité, l'influx diffuse et l'on obtient des réflexes sur le côté opposé de l'animal, puis des réflexes généralisés, mettant en jeu des muscles très éloignés; inutile d'insister sur ces faits depuis longtemps classiques.

La théorie que nous proposons sur la diffusion de l'excitation au cours de l'effort prolongé n'est, en somme, que la transposition au domaine des centres supérieurs des lois bien connues sur les centres réflexes. L'excitation qui se développe dans les centres supérieurs lors des mouvements volontaires diffuse dans les centres voisins, au même titre que celle qui se propage dans les centres réflexes, lors de la mise en jeu des nerfs sensitifs.

Malgré la simplicité des conditions dans lesquelles on l'observe, malgré la portée qui paraît devoir lui être attribuée dans le fonctionnement général

---

(1) Ces termes de « commande nerveuse » et d'« énergie nerveuse » sont certes imprécis; nous les employons cependant, bien que nous soyons conscients de leur insuffisance, parce qu'ils correspondent à une expérience intime que chacun possède de façon non équivoque.

(2) M. Charles Richet a souvent constaté le même phénomène dans ses études ergographiques et dynamométriques (comm. orale).

des centres supérieurs, ce phénomène de diffusion de l'excitation ne paraît pas avoir été clairement aperçu par les auteurs classiques. Les médecins ont certes signalé à l'état normal ou pathologique, chez l'enfant surtout, mais aussi chez l'adulte, l'existence de mouvements associés de centres moteurs qui entrent en fonction simultanément hors de la volonté de l'individu; mais il s'agit là d'associations permanentes, dont le mécanisme est voisin mais différent de celui que nous décrivons. Parmi les physiologistes, il n'est guère qu'Exner qui ait incidemment signalé, dans un cas particulier, cette extension de l'excitation d'un domaine moteur à des domaines voisins. Et c'est en psychologie seulement, à propos de phénomènes différents d'ailleurs, que l'on trouve explicitée une théorie qui repose sur une diffusion progressive des excitations (Théorie de l'émotion de L. Lapicque.

Nous publierons ailleurs les graphiques qui mettent hors de doute les faits que nous venons de décrire et nous développerons les conséquences variées qui en découlent à divers points de vue (physiologie générale de l'effort, différences individuelles en ce qui concerne l'isolement des centres, relation entre ces différences individuelles et la fatigabilité des individus).

BIOLOGIE. — *Influence de la castration sur l'énergie nerveuse motrice.* Note de MM. **I. Athanasiu** et **A. Pézard**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les recherches que nous avons poursuivies séparément, l'un (Pézard) sur l'hormone sexuelle et l'autre (Athanasiu) [1] sur l'énergie nerveuse motrice, nous ont conduits à ce travail, qui a eu pour but de chercher l'influence que peut avoir la castration sur l'énergie nerveuse motrice. Nos expériences ont été faites sur les chapons appartenant aux races suivantes : Leghorn doré et Leghorn blanc. Les coqs témoins étaient de mêmes races et autant que possible de même âge.

Technique. — Nous avons enregistré le courant d'action du muscle

---

[1] I. Athanasiu, *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, t. **21**, 1923, p. 1-14, 15-29, 37-43 et 505-510.

gastrocnémien pendant la marche volontaire. Comme électrodes impolarisables nous avons employé les fils d'or ($0^{mm},4$ de diamètre) introduits, à l'aide d'une aiguille courbée, l'une dans le corps charnu du muscle, vers son équateur, l'autre dans le tendon. Ce petit traumatisme est assez bien supporté par les animaux en expérience, et la preuve en est donnée par leur marche qui n'est nullement troublée.

Quant à la technique concernant le galvanomètre à corde, l'inscription photographique, etc., nous renvoyons au Mémoire spécial publié par l'un de nous (Athanasiu) dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, t. 21, 1923, p. 37-43.

Nous avons réuni dans le tableau suivant les résultats de nos expériences.

		Coqs.			Chapons		
		Oscillations			Oscillations		
Numéro d'ordre des expériences.	Race.	électro-musculaires (secousses musculaires).	électro-neuro-motrices (vibrations nerveuses).	Rapports des vibrations nerveuses aux secousses musculaires.	électro-musculaires (secousses musculaires).	électro-neuro-motrices (vibrations nerveuses).	Rapports des vibrations nerveuses (aux secousses musculaires.
I.	Leghorn doré..	93	400	4,3	120	352	2,9
		123	453	3,8	124	358	2,9
		111	413	3,7	120	350	2,9
II.	Leghorn blanc..	109	465	4,2	101	325	3,2
		122	480	4,0	94	341	3,6
		150	472	3,1	107	405	3,7
		119	419	3,5	108	368	3,4
		150	450	3,0	99	342	3,4
		164	533	3,2	93	349	3,7
III.	Leghorn doré..	107	502	4,7	97	382	3,9
		140	515	3,7	102	414	4,0
		103	457	4,4	99	414	4,1
		139	450	3,2	101	396	3,8
IV.	Leghorn doré..	109	468	4,3	113	443	3,8
		124	469	3,8	126	430	3,4
		114	483	4,2	124	383	3,1
		132	520	4,0	127	425	3,3
Moyenne générale..		124	467	3,8	109	381	3,4

L'examen de ce tableau montre que le nombre d'oscillations électro-neuromotrices est plus petit, de presque $\frac{1}{5}$, chez les chapons que chez les coqs; cette différence est moins prononcée pour les oscillations électromusculaires. Comme les premières de ces oscillations représentent les vibrations nerveuses et les secondes les secousses élémentaires du tétanos volontaire, il

résulte que le système nerveux se trouve beaucoup plus influencé par la castration que les muscles. Cette diminution dans le nombre des vibrations nerveuses motrices, après la castration, explique la différence de vivacité qui existe entre les mâles et les castrats, non seulement chez les oiseaux, mais aussi chez les chevaux, les bœufs, voire chez l'homme.

L'hormone sexuelle constitue donc un excitant des plus efficaces pour les neurones moteurs cérébro-spinaux, comme d'ailleurs pour d'autres organes, et surtout les glandes à sécrétion interne, qui ont un si grand rôle à remplir dans les échanges nutritifs. On sait, en effet, par les recherches de Heymans [1], que la castration diminue le métabolisme du coq, en nutrition normale, de 20 à 30 pour 100. La diminution de l'énergie nerveuse motrice, que nous avons trouvée, est presque de même ordre.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expulsion des algues vertes symbiotes chez les* Convoluta roscoffensis, *sous l'influence de l'acide carbonique*. Note de Mme **Anna Drzewina** et M. **Georges Bohn**, présentée par M. Henneguy.

Un des traits dominants de la morphologie et de la physiologie des *Convoluta roscoffensis*, est que ce petit Turbellarié héberge en très grand nombre une algue unicellulaire du groupe des Chlamydomonadinées qui lui confère sa couleur verte bien connue. L'association entre la *Convoluta* et les cellules vertes qui l'envahissent peu après l'éclosion est généralement considérée comme un cas de symbiose (cependant, arrivée à la maturité, c'est surtout la *Convoluta* qui en bénéficie). Cette association est très intime, et Haberlandt, qui a essayé de cultiver les *Convoluta* dans de l'eau de mer additionnée de divers sels, favorable à la multiplication de l'algue, fait observer : « Il est remarquable que le Ver n'est pas en état de se débarrasser de l'excès de cellules chlorophylliennes en les rejetant. »

Au laboratoire de Concarneau, où nous avons cet été (août et septembre) continué à étudier l'influence de diverses substances chimiques sur les *Convoluta*, nous avons constaté que, sous l'action de certains acides, de l'acide carbonique en particulier, elles se débarrassent en peu de temps de

---

[1] C. Heymans, *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, t. 19, 1921, p. 323.

leurs cellules vertes et prennent l'aspect de Planaires blanches mouchetées de rouge.

Avec un appareil Kipp muni de flacons laveurs — qui fut obligeamment mis à notre disposition par M. Legendre, sous-directeur du laboratoire — nous faisions barboter CO^2 pur dans de petites quantités d'eau de mer qui arrivaient ainsi rapidement à saturation. L'eau saturée de CO^2 était versée sur des *Convoluta*, dans des verres de montre, dont on venait de décanter l'eau, opération facile, vu que les *Convoluta* adhèrent fortement au verre; l'expérience portait en général sur une centaine de *Convoluta*, dans 2^{cm^3} d'eau (la température variait de 16° à 19°).

Aussitôt qu'elles sont ainsi exposées à l'action de CO^2, les *Convoluta* se contractent fortement, puis s'allongent et se mettent à tourner en rond. On n'observe généralement ni ruptures, ni cytolyses, si fréquentes avec d'autres agents (1). Les animaux se rétablissent même assez bien, et conservent pendant une série de jours leur phototropisme positif (celui-ci habituellement disparaît assez vite quand atteinte est portée à leur vitalité). Mais, quelquefois, déjà au bout de 10 minutes, d'autres fois un peu plus tard, les *Convoluta* commencent à expulser leurs algues. L'essaimage en masse continue pendant les heures suivantes, de sorte que l'eau est toute chargée de cellules vertes, qui conservent pendant un certain temps leur aspect normal. Le lendemain, toutes les *Convoluta* sont plus ou moins décolorées, certaines complètement albinos, d'autres présentant des plages blanches et des plages d'un vert plus ou moins atténué et dont la distribution n'offre aucune régularité. L'essaimage dès lors s'arrête, et les *Convoluta* continuent à vivre, dans le verre de montre, pendant plusieurs jours, à peu près comme les témoins.

Or, à mesure que les *Convoluta* chassent ainsi leurs cellules vertes, on voit apparaître avec une grande netteté des cellules remplies de bâtonnets rouge orange. Ce n'est pas là une formation nouvelle. Les cellules à bâtonnets pigmentés (qu'il ne faut pas confondre avec les rhabdites) se rencontrent normalement dans l'épiderme. Mais, à moins de faire usage d'un grossissement convenable, les bâtonnets rouges ne sont guère apparents, tant sont abondantes les algues vertes du parenchyme. Après le départ des cellules vertes, les cellules rouges attirent d'autant plus l'attention que leur couleur paraît maintenant plus intense et leur nombre plus grand. Nous

(1) *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 1023; t. 172, 1921, p. 485; t. 174, 1922, p. 330.

n'avons pas fait l'évaluation sur des coupes : le pigment rouge est très fragile et disparaît au cours des manipulations; mais, en examinant l'animal vivant, on a l'impression que les cellules rouges sont plus nombreuses qu'auparavant. Certaines *Convoluta*, surtout les jeunes, paraissent même toutes rouges; d'autres fois, l'extrémité postérieure (qui normalement est moins riche en bâtonnets que la tête) est d'un rouge intense, les cellules à bâtonnets y étant étroitement serrées les unes contres les autres; mais il y a des individus presque entièrement privés de pigment. Le rougissement est surtout prononcé chez les *Convoluta* maintenues à l'obscurité; il y a peut-être là une indication intéressante pour des recherches sur les processus d'excrétion chez les *Convoluta;* on connaît à cet égard le rôle des algues symbiotes qui utilisent les produits d'excrétion de l'animal ([1]).

Un point qui nous paraît important à noter est que l'essaimage de cellules vertes ne s'observe qu'au cas où l'eau, au début, est saturée d'acide carbonique. Si l'on diminue un peu le degré d'acidité, soit en n'opérant pas aussitôt, ce qui permet le départ d'une petite quantité de gaz, soit en ajoutant à l'eau saturée un peu d'eau ordinaire ($\frac{1}{10}$ par exemple), l'effet sur les *Convoluta* est nul. Il y a comme un point critique, que nous avons retrouvé avec d'autres acides, et qui est variable avec la nature de l'acide, et aussi avec le degré de salinité de l'eau, comme nous le montrons ailleurs ([2]).

BIOLOGIE. — *A propos de notre Note : Sur la participation d'une peroxydase à l'apparition du pigment chez la* Drosophila melanogaster *Læw*. Note ([3]) de M. **de Luna**, présentée par M. Henneguy.

En 1896, G. Bertrand ([4]) trouva une diastase, qui, en agissant par oxydation sur la tyrosine, produit des composés colorés. Le nouveau ferment, désigné par lui sous le nom de *tyrosinase*, se trouve abondamment répandu tant chez les végétaux que chez les animaux.

Les recherches qui furent faites au point de vue chimique, à la suite de la découverte de G. Bertrand, sont fort nombreuses; citons, entre autres,

---

([1]) R. Burian, *Die Excretion*, dans Winterstein, *Handbuch d. vergl. Physiologie*, 1913.

([2]) *Comptes rendus Société de Biologie*, mars 1924.

([3]) Séance du 25 février 1924.

([4]) G. Bertrand, *Sur une nouvelle oxydase ou ferment soluble oxydant d'origine végétale* (*Comptes rendus*, t. 122, 1896, p. 1215).

celles de G. Bertrand lui-même et Bourquelot ([1]) chez les Champignons; celles de Biedermann ([2]), qui constata la présence d'une tyrosinase dans l'intestin du Ver de farine (*Tenebrio Molitor*); celles de von Furth et Schneider, qui émettent l'hypothèse que la mélanogenèse est due, chez les animaux, à l'action de la tyrosinase, bien qu'ils n'en aient pas trouvé le chromogène; celles de Przibram, qui trouve la tyrosinase chez les Céphalopodes, et de C. Gessard ([3]), qui l'y trouve aussi et constate, en outre, que, d'après l'hypothèse de G. Bertrand, la tyrosinase est accompagnée de la laccase et d'une autre diastase n'agissant que sous l'influence d'un composé peroxydé. C. Gessard ([4]), en étudiant la formation du pigment mélanique dans les tumeurs du Cheval, trouve comme chromogène la tyrosine. Ce même auteur ([5]), en 1904, rechercha et trouva la tyrosinase chez la Mouche dorée (*Lucilia Cœsar* L.) à toutes les phases de sa métamorphose.

D'après l'opinion de cet auteur, la tyrosine, ou l'un ou l'autre produit connexe, serait le chromogène sur lequel agirait la tyrosinase. Miss Durham ([6]) a extrait aussi de la peau de jeunes Mammifères une diastase qui agirait sur la tyrosinase en présence du sulfate de fer. Weindl ([7]) retrouve la diastase dans la peau et dans les yeux des Céphalopodes adultes, et Gortner, dans les téguments de la larve de *Tenebrio Molitor* et dans le

---

([1]) G. Bertrand et Bourquelot, *La laccase dans les champignons* (*C. R. Soc. Biol.*, 2e série, t. 2, 1895, p. 527).

([2]) Biedermann, *Beiträge zur vergleinchenden Physiologie der Verdauung* (*Pflüger's Arch.*, Bd 62, 1898, p. 105).

([3]) C. Gessard, *Sur les oxydases des Seiches* (*Comptes rendus*, t. 136, 1903, p. 631).

([4]) C. Gessard, *Sur la formation du pigment mélanique dans les tumeurs du Cheval* (*Comptes rendus*, t. 136, 1903, p. 1086).

([5]) C. Gessard, *Sur la tyrosinase de la Mouche dorée* (*Comptes rendus*, t. 139, 1904, p. 644).

([6]) Durham, *On the presence of the tyrosinase in the skins of some pigmented vertebrates* (*Proc. of the Royal Soc. London*, t. 74, 1904, p. 310).

([7]) Weindl, *Pigmententstehung auf Grund vorgebildeter Tyrosinasen* (*Arch. f. Entwicklungsmechan*, t. 23, 1907, p. 632).

Leptinotarsa decemlineata. En 1915, Onslow nie les résultats obtenus par Miss Durham, mais en 1917, Bloch [1] découvre dans la peau humaine la dopaoxydase ou dopa; en 1920, Verne [2] constate, chez les Crustacés décapodes, la présence d'une tyrosinase, et de Coulon [3] isole des tumeurs mélaniques une oxydase qui agit sur les phénols en présence de l'eau oxygénée et détermine un précipité noir. Enfin, lors du récent « Congrès des Dermatologistes et Syphiligraphes de Langue française » tenu à Strasbourg (1923), Masson et Bloch étudient de nouveau le mélanogenèse dans les nævocarcinomes.

Dans notre Note antérieure [4] nous avons signalé la présence d'une oxydase dans le tégument de la Mouche du vinaigre *Drosophila melanogaster*. Il n'entrait alors dans nos intentions que de signaler l'intervention d'une oxydase dans l'apparition du pigment de ce Diptère; mais, ayant été informé des études de C. Gessard sur la Mouche dorée (*Lucilia Cœsar* L.), nous nous empressons de faire constater, en honneur de la priorité scientifique, que le fait d'avoir trouvé une tyrosinase chez la Mouche dorée appartient à l'auteur précité. Nous ne revendiquons pour nous que la priorité d'avoir découvert une oxydase dans la *Drosophila melanogaster* Lœw.

Nous pensons à l'identification de ce ferment avec la tyrosinase, laquelle, ainsi qu'on vient de le voir par le bref historique de la mélanogenèse ci-dessus exposé, est le ferment qui, uni à la leucobase ou chromogène, la tyrosine, parfois isolément et d'autres fois non, constitue la base de la mélanine. Nous ne l'affirmions point dans notre Note antérieure, car nous nous étions borné alors à rechercher les réactions générales des oxydases et des peroxydases, laissant pour plus tard l'identitfieaion chimique de la diastase ou des diastases (oxydase et peroxydase) et la détermination de la leucobase ou chromogène. Nous avons été guidé en

---

(1) Bloch, *Das Problem der Pigmentbildung in der Haut* (*Arch. Derm. Syph.*, t. 124, 1917, p. 129).

(2) Verne, *Étude histochimiqne de la formation de la mélanine chez les Crustacés* (*C. R. Soc. Biol.*, t. 83, 1920, p. 710).

(3) De Coulon, *Étude du pigment d'un mélanome* (*C. R. Soc. Biol.*, t. 83, 1920, p. 1451).

(4) De Luna, *Sur la participation d'une peroxydase à l'apparition du pigment chez la* Drosophila melanogaster *Lœw.* (*Comptes rendus,* t. 178, 1924, p. 525).

cela par un intérêt intimement lié aux études de l'hérédité mendélienne et à l'apparition des mutations si fréquentes dans la Mouche qui nous occupe. L'éclaircissement précédent étant fait, qu'il nous soit permis d'exposer les conclusions suivantes : 1° qu'une oxydase (probablement la tyrosinase) et une peroxydase interviennent dans la pigmentation de la *Drosophila* ; 2° que, ainsi que le démontrent les réactions de Röhmann et Spitzer, et celle de la benzidine avec l'eau oxygénée, la distribution de ces ferments est la même que celle qui apparaîtra ensuite dans le pigment, manquant dans les régions qui conservent la coloration que présentait primitivement l'imago, ou qui se pigmentent peu ; 3° que la vitesse de la pigmentation est une fonction de la température ; 4° que les anesthésiques retardent la fixation de l'oxygène sur l'accepteur incolore.

BIOLOGIE. — *Sur l'activité endocrine du testicule impubère chez les Gallinacés.* Note de M. **Jacques Benoit**, présentée par M. Widal.

Je résume, dans cette Communication, les résultats de recherches que j'ai entreprises sur l'action hormonique du testicule, avant la puberté [1]. J'ai choisi le Coq comme objet d'étude et la crête comme caractère sexuel indicateur de l'action hormonique testiculaire.

Parmi les auteurs qui ont étudié l'activité endocrine du testicule impubère chez le Poulet, je ne citerai ici que Des Cilleuls et Pézard. Des Cilleuls s'est contenté d'examiner histologiquement les glandes génitales, et il a constaté que « les caractères sexuels secondaires apparaissent alors que les tubes séminaux possèdent toujours leur structure embryonnaire » [2]. Pézard a pratiqué des castrations pré- et postpubérales [3], et il admet que les testicules n'ont aucune influence sur la crête avant l'apparition de la puberté : la crête du Poulet, pendant la période impubère, ne croît pas plus vite que l'ensemble de l'organisme (« croissance isogonique »). Mais à partir de la puberté, la crête prend un développement rapide ; elle croît

(1) Ces recherches seront publiées dans un autre Recueil.

(2) Des Cilleuls, *A propos du déterminisme des caractères sexuels secondaires chez les Oiseaux* (*C. R. Soc. Biol.*, t. 2, 1912, p. 371).

(3) J'emploie ici, entre guillemets, les expressions mêmes de cet auteur.

alors plus vite que l'ensemble de l'organisme (« croissance hétérogonique »). Son développement est « conditionné » par les glandes génitales qui viennent de franchir le seuil du « minimum efficace ».

J'ai utilisé pour mes recherches des Poulets de la race Leghorn. J'ai pratiqué des castrations uni et bilatérales très précoces, et j'ai comparé, comme l'a fait Pézard, le développement de la crête à celui de l'organisme tout entier, afin de voir si, de l'éclosion à la puberté, la croissance de la crête est « isogonique » ou bien « hétérogonique ». J'ai pratiqué d'autre part l'examen histologique des testicules enlevés lors des expériences précédentes, et de testicules d'autres sujets témoins, sacrifiés à divers moments entre l'éclosion et l'époque de la puberté.

1° Sur 35 Leghorn dorés de la même couvée, et âgés de 19 et 20 jours, 3 mâles ont été castrés unilatéralement et 12 mâles et 14 femelles ont servi de témoins :

La croissance de la crête s'effectua dès le vingtième jour, chez les 3 castrés unilatéraux et les 6 mâles normaux, selon le mode hétérogonique. La croisance de la crête chez les mâles castrés bilatéralement devint au contraire immédiatement isogonique. La crête des femelles se développa également selon le mode isogonique. *Le testicule conditionnait donc déjà, chez ces Poulets de 20 jours, la croissance de la crête.*

Les testicules prélevés lors des opérations furent examinés histologiquement : ils possédaient la *structure embryonnaire* (petites et grandes cellules germinatives). Le tissu interstitiel glandulaire, relativement abondant, était constitué par des cellules chargées de substances lipoïdiques osmiophiles, et présentant les aspects caractéristiques de l'activité sécrétoire spéciale à la cellule interstitielle impubère. (Aspects divers, et abondance plus ou moins grande du chondriome.)

2° Un Poulet de la série précédente fut castré bilatéralement à 1 mois 4 jours. La croissance de la crête, nettement conditionnée jusqu'alors, fut suivie d'une régression, puis devint isogonique. L'examen histologique des testicules révéla, comme précédemment, une structure embryonnaire.

3° Dès sujets mâles Leghorn dorés furent castrés à 3, 4 et 6 jours. La croissance de la crête s'effectua, à partir de ce moment, selon le mode isogonique.

4° Des mensurations très précises de la crête furent pratiquées sur 15 mâles et 13 femelles, quelques heures après l'éclosion. (Le sexe fut déterminé quelques jours plus tard par la laparotomie ou l'autopsie.) La crête était un peu plus développée chez les mâles que chez les femelles. Je ne

veux pas encore généraliser ce résultat, estimant que d'autres observations sont nécessaires. Je me contenterai d'émettre l'opinion que la crête du mâle Leghorn est peut-être déjà, à l'éclosion, sous l'influence d'un déterminisme testiculaire.

5° Des testicules appartenant à d'autres sujets, âgés de 1 et 2 mois, et dont la crête était plus développée que celle des femelles et des cascrats témoins, furent examinés histologiquement. Ils possédaient encore la structure de l'organe embryonnaire (petites et grandes cellules germinatives), et, dans quelques cas, de très rares spermatocytes.

Par conséquent les testicules du très jeune Poulet Leghorn conditionnent déjà la croissance de la crête, alors que leurs tubes séminaux ne possèdent encore qu'une structure embryonnaire. Cette conclusion n'est pas en harmonie avec celle de Pézard. Cet auteur écrit, dans le travail que j'ai cité plus haut, au sujet de la crête et des autres caractères sexuels conditionnés par le testicule : « Il semble bien que le testicule doive être développé pour que les caractères sexuels secondaires puissent commencer leur évolution. » Et ailleurs : « L'apparition de la puberté, dès le troisième mois, correspond au moment où les glandes reproductrices, en voie d'accroissement, franchissent le minimum efficace. Leur action, nulle auparavant.... » A la vérité la crête peut présenter, chez des races à développement sexuel particulièrement lent (Orpington), et même chez les races à évolution sexuelle rapide (Leghorn), dans certaines conditions (naissance tardive dans l'année, conditions atmosphériques défectueuses...) une croissance conditionnée très lente, ou même interrompue, pendant les premiers mois, pour se développer ensuite rapidement, aux approches de la puberté. Il n'en reste pas moins vrai que lorsque l'évolution sexuelle se fait dans de bonnes conditions, chez la race Leghorn tout au moins, la crête commence à croître très tôt sous l'influence du testicule, longtemps avant l'époque de la maturité sexuelle.

La crête du coq Leghorn ne constitue donc pas seulement — comme on l'admet généralement — un caractère sexuel secondaire, soumis à l'action endocrine du testicule pubère, mais aussi un caractère sexuel prépubéral ou « primaire » selon la terminologie d'Aron, puisqu'elle présente déjà, sous l'influence du testicule impubère, une croissance « conditionnée ».

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches biochimiques sur la nature et la quantité des principes hydrolysables par l'invertine et par l'émulsine, contenus dans quelques graines de Légumineuses.* Note de MM. **H. Hérissey** et **R. Sibassié**, présentée par M. L. Guignard.

Nous avons appliqué aux graines sèches d'une vingtaine d'espèces de Légumineuses la méthode biochimique de recherche, par l'invertine et par l'émulsine, des sucres et des glucosides éventuellement contenus dans ces graines et hydrolysables par ces ferments ([1]). Nous avons choisi, comme matière première, des graines non encore soumises à des investigations biochimiques de cet ordre, provenant, autant que possible, d'espèces appartenant aux diverses sous-familles et tribus des Légumineuses. Les semences ainsi étudiées sont celles de genêt à balais, de genêt d'Espagne, de fenugrec, de luzerne de Provence, d'anthyllis vulnéraire, d'indigo des teinturiers, de sainfoin d'Espagne, de sainfoin cultivé, de vesce d'hiver, de fève des marais, de lentilles et de pois variés, de jéquirity, de soja, de haricots variés, de fève du Calabar, de sophora du Japon, de fèvier d'Amérique, de copahier, d'acacia de Constantinople. Nous résumerons très brièvement les principaux résultats d'ensemble obtenus au cours de cette étude.

I. Comme cela a déjà été observé pour de nombreuses graines d'autres familles, contrairement à ce qui se passe généralement pour les organes végétatifs, les graines de Légumineuses ne contiennent pas de sucre réducteur ou n'en contiennent que des quantités infimes ne dépassant pas, en tout cas, $0^g,40$ pour 100^g de graines.

Lorsqu'on examine au polarimètre de Laurent, après défécation convenable, les solutions aqueuses des extraits obtenus des graines par l'alcool à 60^c bouillant, solutions préparées de telle sorte que 100^{cm^3} correspondent à

([1]) De nombreux travaux ont déjà été effectués, relativement aux sucres des graines de Légumineuses, soit que leurs auteurs aient utilisé des méthodes analytiques purement chimiques, soit qu'ils se soient servi des méthodes biochimiques instituées et répandues par Em. Bourquelot et ses élèves.

100g de graines sèches, on observe des déviations dextrogyres [1] comprises, pour les diverses graines, entre + 5° à + 28°20′ ($l = 2$). Après action de l'invertine, ces rotations ont subi une diminution notable, mais sont toujours restées dextrogyres sauf dans le cas de l'acacia de Constantinople (— 30′); dans nombre de cas, ces rotations dextrogyres restaient encore très élevés (+ 16°10′ pour le pois de Knight ridé, par exemple); elles dépassaient couramment + 4°.

II. Ces observations doivent faire envisager la présence générale, dans les graines étudiées, de polysaccharides à fort pouvoir rotatoire dextrogyre, comme le stachyose (isolé déjà par G. Tanret des semences de haricot de Soissons, de soja, de lentille, de pois, de galéga, de trèfle rouge et de lupin jaune) et le raffinose (retiré par Bourquelot et Bridel de l'*Entada scandens* Benth. et de l'*Erythrina fusca* Lour.; le stachyose et le raffinose peuvent d'ailleurs être accompagnés de saccharose et, peut-être, d'autres sucres. Nous avons précisément tenté l'extraction des sucres de 16 graines choisies parmi celles mentionnées au début de cette Note. Ces recherches sont encore en cours; cependant nous avons déjà extrait, d'une part, du *stachyose*, des semences de fenugrec, de luzerne de Provence et d'indigo des teinturiers et, d'autre part, du *raffinose*, des graines d'anthyllis vulnéraire et de sainfoin d'Espagne; nous avons retrouvé le saccharose dans la plupart des graines examinées; ce sucre y avait d'ailleurs été antérieurement signalé, sauf, toutefois, à notre connaissance, dans les graines d'acacia de Constantinople et de jéquirity. Le raffinose peut être obtenu avec la plus grande facilité, par un traitement très simple, de la graine de sainfoin d'Espagne ou sulla, avec un rendement d'environ 10g pour 1000g.

---

[1] Les semences de copahier ont seules fait exception à cette règle. Les graines étudiées, très anciennes, provenaient du laboratoire de M. Bois, du Muséum; elles étaient étiquetées : « *Copaifera officinalis* L., M. Nollet, n° 200, Martinique, 19 juin 1899. » Elles ont donné, dans les conditions énoncées, une rotation de — 28′ ($l = 2$) qui, après action de l'invertine, est devenue — 2° 27′ et que l'action de l'émulsine a ramenée ensuite vers la droite, tout en la laissant lévogyre. Des recherches spéciales nous ont d'ailleurs montré qu'il existe bien, dans la semence de copahier, au moins un *glucoside* dédoublable par l'émulsine en donnant de la coumarine. M. Guignard auquel j'avais fait part de cette observation m'a d'ailleurs informé qu'il avait depuis bien longtemps constaté la formation de coumarine à partir de la graine de copahier officinal. D'autre part, Heckel et Schlagdenhauffen (1893) ont indiqué la présence de coumarine dans les graines d'un copahier africain, le *Copaifera Salikounda* Heckel.

III. En présence de sucres, comme le raffinose et le stachyose, donnant par hydrolyse des produits intermédiaires (mélibiose ou manninotriose) éventuellement dédoublables par l'émulsine des amandes, la recherche des glucosides est entachée d'une certaine incertitude; néanmoins, dans le cas d'un retour de la déviation vers la droite des liqueurs essayées, la présence d'un glucoside peut être affirmée avec sûreté. Nous avons obtenu un tel résultat positif avec les graines de genêt à balais et de copahier.

IV. L'emploi de l'invertine permet une comparaison rapide et suggestive des quantités de polysaccharides attaquables par ce ferment, contenus dans les graines de variétés diverses d'une même espèce. Nous signalerons seulement, à titre d'exemple, que les liqueurs extractives ($100^{cm^3} = 100^g$) du pois merveille d'Amérique nain ont accusé une rotation initiale de $+28°20' (l = 2)$ et une rotation de $+15°32'$ après action de l'invertine, tandis que le pois Michaux de Hollande à rames donnait respectivement $+13°5'$ et $+8°37'$. Nos recherches, sur ce sujet, ont porté sur treize variétés de *Phaseolus vulgaris* L., six variétés de *Pisum sativum* L. et quatre variétés d'*Ervum lens* L. Dans cette même direction, l'emploi des méthodes biochimiques d'analyse pourrait d'ailleurs être utilement généralisé, en vue de l'étude comparée des divers principes hydrolysables contenus dans les nombreuses variétés de fruits ou de légumes, se rattachant aux mêmes espèces végétales.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'insuline sur l'hyperglycémie caféinique.* Note de MM. **Henri Labbé** et **B. Theorodesco**, présentée par M. Charles Richet.

L'action de la caféine sur l'élévation du taux du sucre sanguin a déjà été constatée à diverses reprises. Jakoby, en 1893, avait observé l'apparition du glucose dans les urines après injection de caféine chez l'animal, sans rechercher son taux dans le sang. C'est Richter qui, le premier, en 1898, constata l'hyperglycémie caféinique. Pollak attribua cette action à une excitation sympathique centrale du foie. D'autres auteurs, parmi lesquels Nishi, l'expliquèrent par une influence d'origine surrénale.

Actuellement, la plupart des auteurs admettent, avec Bang, que le pouvoir hyperglycémisant de la caféine aurait un mécanisme analogue à celui de l'hyperglycémie asphyxique.

Nous avons fait une série d'expériences en utilisant d'abord le lapin, mais surtout le chien, en vue de comparer l'action hyperglycémisante de la caféine, à l'action de l'insuline qui, elle, amène régulièrement une baisse du taux du sucre sanguin.

L'insuline employée a été préparée par la maison Byla; quant à la caféine nous avons utilisé des ampoules à 0,25^cg de produit par centimètre cube, suivant la formule du Codex.

Les expériences faites sur le lapin ne nous ont pas permis de tirer, jusqu'à présent, une conclusion, en raison de la sensibilité marquée de cet animal pour la caféine; tous nos lapins succombèrent, en effet, dans des temps variables, mais en général assez rapidement, même après administration de doses modérées.

Les résultats sont beaucoup plus nets sur les chiens. Voici, résumés très succinctement, les faits qui nous paraissent se dégager de nos expériences (qui ont porté sur 14 animaux).

1. La caféine, injectée sous la peau à des doses variant entre 0,15^cg et 0,25^cg par kilogramme d'animal, élève la glycémie dans la proportion de 40 à 60 pour 100 environ.

L'acmé paraît être fixée vers la deuxième heure qui suit l'injection.

2. Si, concurremment à l'injection de caféine, on injecte à l'animal de l'insuline dans la proportion d'une unité physiologique pour 2^kg d'animal, on obtient une baisse de la glycémie. Les deux injections étant faites simultanément, c'est le pouvoir hypoglycémisant qui se manifeste; celui-ci, quoique moins intense qu'avec l'insuline seule, parvient néanmoins à masquer complètement l'action hyperglycémisante de la caféine.

Nous donnons ci-dessous, comparativement, le résultat de deux expériences (avec dosage du sucre sanguin toutes les 15 minutes, effectué par la méthode micrométrique de Bang, modifiée par l'un de nous avec Nepveux). Dans ces tableaux, le premier chiffre indique la glycémie (sur l'animal à jeun depuis 16 heures) avant l'expérience.

1° Chien de 8500^g : 0,70; 0,85; 0,91; 0,99; 1,12; 1,21; 1,29; 1,36; 1,38 (2^g de caféine). Mort 10 heures après.

2° Chien de 9500^g : 0,91; 0,87; 0,88; 0,63; 0,59; 0,56; 0,65; 0,74; 0,83 (2^g,25 de caféine. 5 unités insuline). Survie.

3. Au cours de nos expériences, nous avons observé les faits suivants :

a. L'action toxique de la caféine sur le chien est très variable, à tel point que certains de nos animaux ont succombé avec 0,15^cg par kilogramme

tandis que d'autres résistèrent à l'injection de 0,25^{cg} de produit par kilogramme.

b. L'aspect extérieur et les réactions du chien ayant reçu de la caféine sont totalement différents de celui qui a reçu en même temps l'insuline.

Dans le premier cas (la caféine seule), avant que trois ou quatre minutes se soient écoulées, le chien manifeste un état d'agitation extrême, se débattant de toutes ses forces sous les liens qui le tiennent attaché; presque en même temps que l'agitation apparaît une hyperpnée des plus intenses, tandis qu'une salive fluide s'écoule en très grande quantité. Tout autre est l'aspect de l'animal qui a reçu de l'insuline en même temps que l'injection de caféine; ici, on n'observe aucune agitation, mais, tout au contraire, un état de dépression très marquée, allant jusqu'à la prostration; pas d'accélération des mouvements respiratoires; pas de salivation.

Le contraste de ces deux états s'est montré, dans toutes nos expériences, extrêmement frappant.

c. De plus, il nous a semblé que l'injection d'insuline exerçait un pouvoir presque antidotique sur l'action toxique de la caféine. Nous ne voulons pas, jusqu'à présent, faire état de ce dernier fait, à cause de la variabilité que nous avons rencontré dans la toxicité de la caféine. Toutefois, nous pensons qu'il serait intéressant de chercher à le vérifier, et nous nous proposons de le faire, en raison des conclusions importantes qui en découleraient, s'il était reconnu exact.

d. Nous avons dit que la plupart des auteurs, avec Bang, attribuent à l'hyperglycémie caféinique, le même mécanisme que celui de l'asphyxie.

Sans vouloir ni infirmer ni confirmer cette hypothèse, nous devons signaler que, contrairement à ce qu'on observe dans l'asphyxie, le sang des animaux caféinés, recueilli dans la veine, présente une coloration rouge, rutilante, et, en même temps, il est très fluide.

On est loin de l'aspect noirâtre et poisseux qui caractérise le sang des états asphyxiques.

Par contre, lorsque nos animaux avaient reçu de l'insuline en même temps que de la caféine, leur sang veineux était noirâtre, épais, poisseux.

On est donc en droit de supposer que les processus chimiques qui se produisent dans le sang au cours de l'intoxication caféinique sont très modifiés par l'action simultanée de l'insuline.

RADIOLOGIE. — *Influence des rayons X sur la catalase du foie.* Note de MM. **A. Maubert, L. Jaloustre, P. Lemay** et **C. Guilbert**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Poursuivant nos recherches sur l'influence des substances radioactives et des radiations sur la catalase du foie, signalées dans notre Note du 22 mai 1923 ([1]), nous avons entrepris l'étude de l'action des rayons X sur cette diastase.

Nous avons fait agir des rayons X d'intensité et de pénétration variables, pendant un temps également variable, sur une solution de catalase dont nous avons ensuite mesuré l'activité sur l'eau oxygénée par des séries de dosages au permanganate de potassium, en présence de témoins convenablement choisis.

Les premières expériences faites au moyen de très faibles doses de rayons X, peu intenses et pendant un temps très court (moins de cinq minutes), ont donné des résultats entièrement négatifs.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons disposé quatre boîtes de Pétri ouvertes de 18^{mm} de hauteur sur 80^{mm} de diamètre contenant chacune 20^{cm^3} de catalase au $\frac{1}{500}$ sous un faisceau de rayons X intenses à grande longueur d'onde, *peu pénétrants*, produits au moyen d'un faisceau de rayons cathodiques, intenses et lents.

Les constantes de l'ampoule productrice de rayons X pour cette expérience étaient les suivantes : Intensité employée, 1,3 milliampère ; étincelle équivalente : 14^{cm}.

La radiographie du radiochronomètre de Benoit a donné à l'échelle de Benoit des rayons de 5° à 6°, c'est-à-dire de durée moyenne.

La durée d'irradiation a été respectivement pour chaque boîte de 5, 15, 30 et 60 minutes. L'épaisseur de la couche du liquide diastasique était de 7^{mm}, et la distance de l'anticathode à la surface libre du liquide de 28^{cm}. Le tableau suivant résume nos expériences :

([1]) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1502.

TABLEAU I.

	Ballons témoins.			Ballons expérience.			
	Témoin H^2O^2.	Témoin catalase bouillie.	Témoin catalase fraîche.	Ballons contenant 10cm³ catalase préalablement irradiée pendant :			
				5 min.	15 m.	30 m.	60 m.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
Eau oxygénée neutre	40	40	40	40	40	40	40
Catalase au 1/500e	0	10	10	10	10	10	10
Eau distillée	160	150	150	150	150	150	150
Oxygène disponible du mélange total (en mg)	144	144	144	144	144	144	144
Oxygène dégagé du mélange total (en mg) après 30 minutes	0	0	93	86	86	82	66
1 heure	0	0	121	115	114	113	96
4 heures	0	0	144	144	144	144	140

Résultat. — On observe un ralentissement dans l'activité de la catalase qui va s'accroissant avec la durée d'irradiation.

Après 4 heures, la réaction n'est pas terminée dans le ballon correspondant à la catalase ayant subi 1 heure d'irradiation, alors que le dégagement d'oxygène est terminé dans le ballon témoin et dans ceux correspondant à une durée moindre d'irradiation du ferment.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons opéré avec un faisceau cathodique intense et rapide, producteur de rayons X intenses à courte longueur d'onde, *très pénétrants*.

Nous avons irradié pendant 45 minutes une ampoule de verre scellée contenant 20cm³ de calatase au $\frac{1}{500}$; nous avons, ensuite, mesuré l'activité du ferment comparativement à celle d'un témoin. Les constantes pour cette expérience étaient les suivantes :

Intensité employée : 2 milliampères.

Étincelle équivalente : 40cm.

La distance de l'anticathode à l'ampoule était de 25cm.

On a utilisé un localisateur 6×8 et un filtre de zinc de 0mm,5. Le tube contenant le ferment a été immergé dans l'eau distillée afin de récupérer les rayons dispersés.

La durée de l'irradiation a été de 45 minutes.

Le tableau suivant résume ces expériences et présente les résultats obtenus.

	Ballons témoins.			Ballon expérience.
	Témoin H^2O^2.	Témoin catalase bouillie.	Témoin catalase fraîche.	Ballon contenant 10^{cm^3} catalase irradiée pendant 45 minutes.
	cm³	cm³	cm³	cm³
Eau oxygénée neutre	40	40	40	40
Catalase au 1/500ᵉ	0	10	10	10
Eau distillée.............	160	150	150	150
Oxygène disponible (en mg) du mélange total.......	144	144	144	144
Oxygène dégagé (en mg) du mélange total après :				
30 minutes..........	0	0	104	79
1 heure.............	0	0	125	92
1 heure 30..........	0	0	134	100
4 heures............	0	0	144	119

Résultat. — Les rayons X pénétrants, à courte longueur d'onde, paralysent également la catalase (1).

Conclusions générales. — Les rayons X exercent une action paralysante progressive sur la catalase du foie, paralysie qui s'accroît avec le temps et l'intensité de l'irradiation.

MICROBIOLOGIE. — *Action des divers constituants du bacille de Koch sur l'évolution de la tuberculose expérimentale du lapin et du cobaye.* Note de MM. **A. Boquet** et **L. Nègre**, présentée par M. Roux.

Les lipoïdes du bacille de Koch, solubles dans l'alcool méthylique et insolubles dans l'acétone, jouissent, ainsi que nous l'avons montré, de propriétés antigènes en ce sens qu'ils fixent l'alexine avec le sérum des tuberculeux et provoquent la formation d'anticorps chez le lapin neuf. Les corps bacillaires ont, *in vivo*, un pouvoir antigène plus élevé : injectés aux animaux, ils produisent davantage d'anticorps que l'extrait méthylique ; mais, *in vitro*, dans la déviation du complément, leur sensibilité est plus faible. Les graisses

(1) Dans les deux séries d'expériences, se rapportant respectivement aux deux tableaux précédents, la catalase provenait de deux préparations différentes et son activité dans chaque cas n'était pas identique.

et les cires bacillaires solubles dans l'acétone sont de médiocres antigènes *in vivo* et *in vitro*, de même que les corps bacillaires dégraissés.

Ces résultats acquis, nous avons été conduits à rechercher quelle était l'action respective des constituants du bacille de Koch sur l'évolution de la tuberculose expérimentale des animaux de laboratoire.

A cet effet, plusieurs lots de lapins infectés par injection intraveineuse de $0^{mg},001$ de bacilles tuberculeux bovins, et de cobayes infectés par instillation oculaire de $0^{mg},5$ de ces mêmes microbes, ont reçu, huit jours après l'inoculation, et deux fois par semaine, les uns des injections sous-cutanées de 1^{cm^3} d'extrait méthylique de bacilles de Koch préalablement traités par l'acétone; d'autres 1^{cm^3} d'extrait acétonique (correspondant comme le précédent extrait à 1^{cg} de bacilles secs); d'autres 1^{mg} de corps bacillaires épuisés pendant douze heures par l'alcool méthylique dans l'appareil de Kumagawa, et une dernière série 1^{cm^3} de solution huileuse au $\frac{1}{100}$ de tuberculine brute.

L'extrait méthylique antigène, privé d'alcool par distillation dans le vide et émulsionné dans un même volume d'eau distillée, est bien toléré par les animaux tuberculeux. Convenablement épuré de ses matières grasses et cireuses par l'extraction acétonique préliminaire, il n'a aucune action locale ou générale.

Au contraire les graisses sont légèrement nécrosantes et les corps bacillaires, injectés sous la peau, provoquent la formation d'abcès de plus en plus volumineux, dans le pus desquels les bacilles se maintiennent très longtemps intacts et conservent leur acido-résistance.

Les animaux traités par l'extrait méthylique antigène ont survécu de un à cinq mois aux témoins, en se maintenant en bon état jusque dans les dernières périodes de leur maladie. Les cobayes présentaient généralement des lésions localisées aux ganglions lymphatiques et à la rate, et les lapins des tubercules pulmonaires moins confluents que chez les témoins; dans les autres organes, exceptionnellement atteints, on trouvait parfois des lésions en voie de sclérose.

La tuberculine et les corps bacillaires dégraissés se sont montrés sans effet sur l'évolution de la tuberculose des animaux de laboratoire. Ceux-ci sont morts dans les mêmes délais et avec les mêmes lésions que les témoins.

Quant aux graisses et aux cires bacillaires solubles dans l'acétone, elles accélèrent l'extension de la tuberculose à tous les organes, aux reins en particulier. Ces substances sont à tel point nuisibles que, si les extraits méthyliques en contiennent une trop forte proportion par suite d'une

extraction préalable insuffisante au moyen de l'acétone, ils n'agissent plus favorablement chez les animaux tuberculeux.

Il résulte de nos expériences que les *matières grasses et les lipoïdes du bacille de Koch ont des effets opposés sur l'évolution de la tuberculose expérimentale.* Alors que les graisses accélèrent l'extension et la généralisation des lésions, les lipoïdes insolubles dans l'acétone et solubles dans l'alcool méthylique ralentissent la marche de l'infection, retardent l'envahissement des poumons et, dans certains cas, favorisent l'apparition d'un processus cicatriciel de sclérose.

MICROBIOLOGIE. — *La fabrication du Port-du-Salut et des fromages façon Hollande* (Edam et Gouda). Note de M. **Mazé**, présentée par M. Roux.

La technique de la fabrication des fromages à pâte pressée, très simple dans son application au fromage du Cantal, se complique chez les autres variétés par la mise en œuvre d'un autre facteur : la chaleur.

Le chauffage méthodique du caillé préalablement divisé est poussé à des limites qui varient avec les sortes de fromages.

Dans la préparation du Port-du-Salut, le caillé rompu et divisé avec soin est brassé pendant toute la durée du chauffage, la température étant portée lentement de 30° à 35° et maintenue vers cette limite pendant le temps nécessaire pour la rétraction du grain. Le caillé séparé du sérum est moulé à la main et pressé à fond pendant quelques heures.

Le salage se fait immédiatement après le moulage, soit en immergeant les fromages dans la saumure, soit en les saupoudrant de sel; un troisième procédé tend à se répandre depuis quelques années, il consiste à plonger le caillé en grain dans une saumure dont le titre est calculé de manière à obtenir en quelques minutes le degré de salage voulu, environ 2 pour 100 du poids du fromage. On moule, presse et saupoudre ensuite légèrement de sel de façon à durcir et à imperméabiliser la croûte. Cette méthode offre peut-être des avantages, mais elle a aussi des risques; elle prive, en effet, le caillé d'une fraction importante de son sérum et le remplace par de l'eau salée. Il en résulte que la composition du milieu fermentescible est profondément modifiée; la fermentation lactique n'y trouvant plus la quantité normale de sucre de lait, n'évolue pas de la même manière; la pâte du fromage affiné est plus souple et plus onctueuse, mais plus insipide; cependant ces fromages, peu relevés de goût, plaisent à la clientèle des grandes villes à la condition qu'ils ne soient pas altérés par les fermentations nuisibles contre lesquelles ils se défendent mal.

Le fromage salé passe quelques jours au séchoir; il est ensuite soumis à l'affinage qu s'opère automatiquement sous l'action de la présure et des ferments lactiques; les

seuls soins dont il est l'objet consistent en retournements fréquents précédés d'autant de lavages au moyen d'une toile mouillée. La durée de l'affinage varie de un à trois mois suivant la température des caves.

Les fromages affinés conservent leur réaction acide, et comme ils ne doivent renfermer que des ferments lactiques, leur saveur rappelle nettement celle du beurre.

Cette fabrication s'est répandue dans toute la France au cours de ces dernières années; elle constitue, à l'heure actuelle, l'industrie complémentaire des fromages à pâte molle, mais elle est mal conduite dans bon nombre de fromageries.

Les principales causes d'insuccès sont :

L'acidité trop élevée du lait et la présence de nombreuses espèces de microbes nuisibles à côté des ferments lactiques.

La contamination du caillé pendant le moulage à la main, le personnel employé au travail des caves étant aussi chargé, dans la plupart des fromageries, du remplissage des moules. Le caillé se trouve ainsi ensemencé d'une façon massive par les microbes qui forment la couche gluante dont se recouvrent les fromages lavés.

Il n'est donc pas étonnant que les fromages deviennent le siège de fermentations variées, toutes nuisibles, puisque aucune d'entre elles ne peut être indifférente et que la fermentation lactique seule est utile et indispensable.

Parmi ces transformations nuisibles, il y en a qui produisent de l'hydrogène et du gaz carbonique en abondance, gonflant ainsi les fromages jusqu'à les faire éclater, alors qu'ils devraient être rigoureusement exempts de trous. Les mauvais goûts et odeurs les plus fréquents sont l'amertume, l'odeur de linge fermenté, de putréfactions variées. La pâte présente même quelquefois une teinte verdâtre qui brunit à l'air, et cette maladie aussi est dûe aux microbes fluorescents de la couche superficielle qui ont été introduits dans le caillé pendant la mise en moule.

Les mêmes accidents de fermentation s'observent aussi chez les fromages façon Hollande fabriqués en France et dont le mode de préparation se rapproche beaucoup de celui du Port-du-Salut pour ne pas dire qu'elles sont identiques.

J'ai eu l'occasion de m'occuper spécialement de la mise au point de cette fabrication dans la région du Sud-Ouest où l'on consomme beaucoup de fromages de Hollande.

J'ai pu constater que la mauvaise qualité du lait paralysait tous les efforts des fromagers; malgré toute leur application, les fromages gonflaient sans mesure, sans compter les accidents produits par nombre d'autres espèces microbiennes nuisibles.

Tous ces défauts ont été supprimés par la pasteurisation du lait et son ensemencement par des levains lactiques purs entretenus sur place grâce à l'installation d'un outillage approprié. Pour donner à la pâte de la souplesse et un toucher onctueux, j'ai associé aux ferments lactiques de la crème et du beurre le ferment lactique du gros lait de Bretagne (Gweden), qui possède la propriété de rendre le lait épais et visqueux, exactement comme le microbe du « lang wei » autrefois recherché par les fromagers hollandais.

La même méthode est applicable naturellement à la fabrication du Port-du-Salut et permet de la conduire avec toute la sécurité désirable. Ceci posé, les constantes de la fabrication du Port-du-Salut et des fromages façon Hollande sont les suivantes :

Quantité de levain lactique pur titrant 10^g d'acide lactique au litre, pour 100 litres de lait frais ou pasteurisé	1 litre
Température du lait à la mise en présure	30°
Présure, quantité suffisante pour assurer le début de la coagulation en	10 minutes
Durée totale de la coagulation	20 minutes
Température limite du chauffage du caillé	35°
Durée minima du brassage de 30° à 35°	15 minutes

Le caillé doit être divisé avec soin de façon à obtenir un grain homogène. La forme pratique à adopter est la forme du Gouda (fromage cylindrique de 5 à 10^{cm} d'épaisseur, à talon arrondi) permettant de faire des fromages pesant de 5 à 30^{kg} et de réduire par conséquent la main-d'œuvre.

Il faut renoncer aussi à ces vieilles pratiques du lavage et les remplacer par des badigeonnages à l'huile de lin, dès que le taux d'humidité du fromage est arrivé à son degré normal 35 à 38 pour 100.

BIOLOGIE DES SOLS. — *Les microsiphonées* [1] *du sol.*

Note de M. G. Guittonneau, présentée par M. Lindet.

Divers isolements bactériologiques, pratiqués en décembre 1923 et janvier 1924, sur des terres de jardins ou de champs cultivés, en utilisant des milieux gélosés à base d'extrait de terre ou mieux de solutions minérales

---

[1] Au point de vue de la classification j'abandonne les termes *Streptothrix* ou *Actinomyces* et je me conforme dans ce travail aux principes posés par le Congrès de Bruxelles, 1910, en préparation du Congrès de Londres, 1915.

mannitées et additionnées d'asparagine, m'ont toujours donné un nombre considérable de colonies dues à des *microsiphonées*.

On ne peut obtenir aucune précision en prenant ces isolements pour base d'une numération, quand il s'agit de ces microorganismes, sporulés ou non, et dont le mycélium se divise au cours des dilutions, en fragments qui forment bouture dans le milieu nutritif. Mais, si l'on tient compte du fait que, dans une telle numération, les microsiphonées, de variétés d'ailleurs fort diverses, forment plusieurs millions de colonies pour 1^g de terre, on doit cependant admettre que les espèces qui constituent ce groupe de végétaux inférieurs sont très répandues dans le sol en automne et au début de l'hiver, alors qu'il est abondamment pourvu en matière organique (fumures d'automne; feuilles mortes).

Les sept espèces que j'ai examinées doivent être rangées dans le genre *Nocardia*. Elles se rapprochent, par leurs caractères culturaux et microscopiques, de celles qu'ont décrites, en 1892, MM. Sauvageau et Radais sous les noms d'*Oospora Witchnikowi* et d'*Oospora Guignardi*.

Bien que les supports solides favorisent leur développement, elles peuvent végéter dans les milieux liquides où elles donnent des cultures floconneuses.

Elles s'accommodent de préférence de la neutralité ou d'une légère alcalinité du milieu ($P_H = 7,3$ à $7,8$). Mais elles ont encore une végétation satisfaisante, quoique ralentie, sur des milieux de $P_H = 5,5$, dont la réaction correspond à celle des *terres* dites *acides*.

Certaines espèces sont capables de s'attaquer aux matières azotées complexes telles que la gélatine qu'elles liquéfient ou la caséine du lait qu'elles digèrent progressivement.

Toutes trouvent dans la peptone un excellent aliment organique qui, additionné à un milieu minéral convenable, suffit, en général, à leur assurer un actif développement, en milieu neutre à la phtaléine.

Je me suis proposé de comparer l'action des espèces étudiées sur la matière organique dans un milieu plus complexe, de $P_H = 5,5$ (réaction des terres acides), constitué par du bouillon de haricots peptoné à 1 pour 100 et additionné ou non de 2 pour 100 de glucose. Les cultures pures ont été maintenues à l'étuve à 25°, de 20 à 24 jours.

Dans le but unique d'établir la comparaison envisagée, et bien que le

procédé ne soit pas rigoureux, je me suis contenté de mesurer la proportion d'azote dégradé de la peptone en dosant l'ammoniaque qui distille de la culture, à 100°, en présence d'un excès de magnésie. Cet azote ammoniacal est exprimé en milligrammes d'azote pour 100^{cm^3} de culture. Le glucose est dosé par la méthode de G. Bertrand, et il est exprimé en grammes pour 100^{cm^3} de culture. L'acidité est exprimée en centimètres cubes de soude $\frac{N}{10}$ pour 10^{cm^3} de culture. Les résultats sont les suivants :

	Sans glucose.		Avec glucose.		
	Acidité.	Azote ammoniacal distillé.	Acidité.	Azote ammoniacal distillé.	Glucose restant.
Témoin ...	1,1	2,8	1,3	3,5	2,1
N° 1......	alcalin	35,7	1,0	21,7	1,9
N° 2......	2,4	16,3	1,1	7,0	2,1
N° 3......	1,2	14,9	3,1	8,4	2,1
N° 4......	0,9	38,6	2,0	3,5	2,0
N° 5......	alcalin	36,9	1,8	6,3	2,0
N° 6......	alcalin	42,9	0	42,7	0
N° 7......	0,7	18,7	2,0	6,3	2,1

On voit ainsi que, si l'espèce n° 6 attaque les protides et les glucides à la manière d'une moisissure, les autres se comportent différemment vis-à-vis de ces substances. Dans les conditions de mes expériences, un glucide comme le glucose, auquel d'ailleurs elles ne s'attaquent pas, les gêne considérablement dans la dégradation qu'elles font subir à la matière azotée. Il semble qu'elles poussent cette dégradation jusqu'au terme acides aminés ou jusqu'au terme ammoniaque.

Les espèces n° 3 et n° 4 brunissent fortement et finissent par noircir les milieux peptonés. Elles brunissent également le bouillon de haricots, sucré, gélosé, additionné de tyrosine. On peut donc présumer dans ces brunissements, qui rappellent celui du terreau, l'action de la tyrosinase ou d'autres diastases oxydantes analogues.

Cultivées sur bouillon de haricots sucré, additionné de 2 pour 1000 de nitrate de potasse, les espèces n° 1, n° 2, n° 3, n° 4, n° 6 et n° 7 y font, en quelques jours, apparaître fort nettement les réactions des nitrites ; au bout de 6 jours on peut, en outre, avec l'espèce n° 7, mettre en évidence

la production d'ammoniaque. Les microorganismes sont donc des *dénitrifiants*.

La plupart de ces espèces végètent, comme l'Azotobacter, sur un milieu minéral mannité, gélosé, dépourvu d'azote combiné. Il n'est donc pas impossible qu'elles puissent, seules ou associées avec d'autres organismes, jouer un rôle actif dans la fixation de l'azote gazeux, plusieurs fois signalée dans l'humification.

Conclusion. — En dehors du rôle qu'elles peuvent jouer en association symbiotique avec les plantes des terres humifères, comme en dehors de leur rôle parasitaire, les *microsiphonées* sont donc capables d'intervenir dans la plupart des grands phénomènes de la biologie des sols, et en particulier de l'*humification*.

MÉDECINE. — *Les fonctions des capillaires sanguins.*
Note de M. **A.-C. Guillaume**, présentée par M. d'Arsonval.

Il est possible, à l'aide d'une instrumentation très simple, d'observer les petits vaisseaux superficiels de la surface tégumentaire de l'homme vivant.

Cette méthode nouvelle, la *capillaroscopie* ou *microangioscopie* donne des renseignements sur l'aspect des petits vaisseaux (arteriolules, capillaires, veinules) comme sur les phénomènes circulatoires qui se produisent à l'intérieur de ces vaisseaux. J'ai, ailleurs, fait l'étude de ces problèmes et proposé une instrumentation, à la fois simple et précise, de microangioscopie.

La présente Note est consacrée à l'étude d'un phénomène très particulier du fonctionnement capillaire.

Quand on observe la circulation sanguine à l'intérieur des capillaires, on voit, et ce phénomène est particulièrement net dans la région du rebord unguéal, que *la circulation dans les capillaires n'est pas un phénomène continu.*

L'observation d'une anse capillaire montre, en effet, que le sang se meut d'une façon irrégulière dans le temps, et que le cycle circulatoire passe par les quatre phases successives suivantes :

1° Ralentissement progressif du courant circulatoire ;

2° Arrêt du courant sanguin et apparition des mouvements de va-et-vient analogues aux mouvements pendulaires de l'intestin ;

3° Reprise du mouvement circulatoire avec accélération progressive du passage du sang ;

4° Circulation très rapide du sang.

Dans la période de circulation active le sang est plus rouge, dans la période d'arrêt le sang prend une teinte violette.

La durée des périodes de circulation active et d'arrêt de la circulation dans les capillaires est variable avec les conditions physiologiques et pathologiques; en d'autres termes, en désignant par x la durée d'une période de circulation active, et y la période de circulation ralentie ou arrêtée, la formule $\frac{x}{y}$ varie notablement suivant les conditions dans lesquelles est placé le sujet ; par contre, la formule $x + y$ ou durée totale d'un cycle circulatoire capillaire semble varier dans de bien moindres proportions.

Une série de conditions expérimentales ou pathologiques spontanées modifient le rapport $\frac{x}{y}$; en fait, tous ces facteurs peuvent être ramenés à l'intervention des processus de vaso-constriction et de vaso-dilatation. Dans l'état de vaso-constriction le rapport $\frac{x}{y}$ s'abaisse; dans l'état de vaso-dilatation il s'élève. Les deux limites possibles aux variations de cette formule sont évidemment (le temps total $x+y$ étant égal à 1) pour la vaso-conctriction $\frac{x}{y} = \frac{0}{1}$ et pour la vaso-dilatation $\frac{x}{y} = \frac{1}{0}$. Ces deux limites sont atteintes pratiquement dans certains états locaux (froid extrême dans le premier cas, forte chaleur dans le second cas).

Un autre fait est digne de remarque : quand on observe une série de capillaires contigus, on voit ([1]) que, dans une série de trois ou quatre anses contiguës; une seulement travaille à plein, les autres étant à des phases différentes du cycle circulatoire; c'est là, semble-t-il, une conséquence du fait précédent exposé; en fait, il semble qu'un autre phénomène doive être isolé : en effet, à certains moments ou dans certaines conditions (physiolo-

([1]) Il faut tenir compte de l'inversion de sens du courant sanguin dans des capillaires contigus.

giques ou pathologiques) certaines anses capillaires cessent complètement d'être visibles et tout se passe comme si l'admission du sang dans les capillaires était bloquée; à d'autres moments (afflux sanguin) ces anses reparaissent, il est en tout cas aisé de les faire apparaître en déterminant, par une légère constriction du membre, une stase veineuse.

L'aspect de ces phénomènes montre donc que tout se passe dans les capillaires comme dans les réseaux d'irrigation de certaines régions du Nord : si la quantité d'eau dont on dispose diminue, les canaux sont, à tour de rôle, fermés pendant un certain temps jusqu'à l'assèchement; si, au contraire, l'eau est abondante et les besoins très importants, tous les canaux sont pleins et débitent au maximum.

Ces constatations appellent plusieurs conclusions. On considère actuellement la capacité du système circulatoire comme s'accroissant du cœur aux capillaires pour décroître ensuite, la capacité maxima étant atteinte dans le système capillaire; or, il s'agit là d'estimations anatomiques, c'est-à-dire d'estimations cadavériques; les constatations précédentes montrent au contraire que la *capacité réelle*, la capacité physiologique (*in vivo*) des capillaires, est autre, ayant évidemment un maximum représenté idéalement par la *capacité anatomique* et un minimum qui correspond au maximum physiologique de restriction circulatoire.

Entre ces deux extrêmes, et suivant les conditions physiologiques ou pathologiques, la capacité capillaire variera.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sensibilisation anaphylactique par voie oculaire*. Note de MM. **Auguste Lumière** et **Henri Couturier**, présentée par M. Roux.

L'expérience a montré que, pour créer l'état anaphylactique chez l'animal, il fallait faire pénétrer dans son organisme une substance de nature protéique, étrangère à la constitution de ses tissus et de ses liquides humoraux.

A l'état normal, le milieu intérieur des animaux est protégé contre cette pénétration, grâce aux revêtements tégumentaires et muqueux, dont les couches cellulaires superposées forment une sorte de filtre qui s'oppose au passage des gros éléments moléculaires composant les matières albuminoïdes sensibilisatrices.

L'état anaphylactique ne peut s'établir, en général, que si la barrière

cutanée ou épithéliale perd sa continuité, à la suite d'un traumatisme ou d'une inflammation, par exemple.

C'est pour cette raison que les tentatives de sensibilisation poursuivies par divers auteurs, en donnant des protéines par ingestion, ont échoué dans la grande majorité des cas. Les quelques résultats positifs peuvent s'expliquer par le fait que les sujets chez lesquels ils ont été constatés présentaient vraisemblablement quelque lésion des revêtements protecteurs.

On peut se demander cependant si certaines régions de l'organisme qui ne sont pas habituellement en contact avec des matières albuminoïdes ne présenteraient pas, pour ces composés, une perméabilité particulière plus grande que celle des muqueuses du tube digestif. C'est, en effet, ce qui semblerait se produire, d'après Arloing et Langeron, quand on imprègne les voies respiratoires de sérum d'une autre espèce animale ou de peptone.

Considérant, d'autre part, la constance avec laquelle on réussit à tuberculiser des cobayes en déposant sur leur conjonctive une seule goutte d'une émulsion diluée de bacille de Koch, nous avons supposé que si des éléments relativement aussi volumineux que le bacille tuberculeux pénètrent infailliblement dans l'intimité des organes internes par cette voie, les molécules protéiques, considérablement plus petites, pourraient aussi y parvenir, à la faveur de ce pouvoir d'absorption remarquable de l'épithélium palpébral et oculaire.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons traité un lot de cobayes en instillant dans l'œil de chacun d'eux une goutte d'une solution d'ovalbumine à 10 pour 100. Onze jours plus tard, les animaux ainsi préparés ont reçu, par injection intracardiaque, 1^{cm^3} du même antigène, dilué à 5 pour 100, soit 5^{mg} d'albumine, dose toujours mortelle pour les cobayes sensibilisés par voie sous-cutanée et toujours inoffensive pour les sujets témoins.

Dans ces conditions, les animaux soumis préalablement à l'instillation oculaire présentent, la plupart du temps, quelques symptômes de choc, quelques convulsions, avec une mort, en moyenne, sur cinq cobayes traités.

Avec une imprégnation unique, la sensibilisation paraît bien avoir été réalisée, mais non d'une façon constante.

En répétant les instillations à trois reprises, à une semaine d'intervalle, l'anaphylaxie s'établit chez tous les animaux. L'injection seconde, pratiquée dans le cœur gauche, 29 jours après le premier traitement et 14 jours après le dernier, détermine la mort en 3 à 10 minutes dans 60 pour 100 des cas environ; quelques autres animaux succombent plus tardivement, de 12 à

24 heures après l'injection déchaînante et ceux qui survivent présentent des symptômes de choc grave.

Sans conduire à la régularité complète des effets que l'on observe dans la sensibilisation par injection sous-cutanée, l'imprégnation par voie oculaire permet donc cependant de conférer l'état anaphylactique d'une manière certaine, mais à des degrés quelque peu variables, quand on passe d'un animal à l'autre et malgré les précautions prises pour opérer toujours avec la même technique.

A 16 heures, l'Académi se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place vacante parmi les Académiciens libres par le décès de M. *A. de Gramont*, présente, par l'organe de M. le Président de l'Académie, la liste suivante :

En première ligne . . . . M. **Alexandre Desgrez**.

En seconde ligne, ex æquo, par ordre alphabétique . . . . MM. **Charles Achard**, **Jean Charcot**, **Louis Martin**, **Henri Pottevin**, **Paul Séjourné**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17 heures.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de janvier 1924.

Flora baleasica, étude phytogéographique sur les îles Baléares, par Herman Knoche. Montpellier, imprimé pour l'auteur, chez Roumégous et Déhan, 1921; 4 vol. et une liste alphabétique, 25^{cm}. (Présentés par M. H. Lecomte.)

Anciens problèmes, solutions nouvelles, par M.-L. Patrizi. Récanati, Simboli, 1923; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Ch. Richet.)

Marine products of commerce, par Donald K. Tressler. New-York, Chemical Catalog. Company, 1923; 1 vol. 23^{cm}.

Encyclopédie pratique du naturaliste; Les insectes parasites de l'homme et des animaux domestiques, par E. Séguy. Paris, Lechevalier, 1924; 1 vol. 16^{cm}. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

L'analyse des gaz combustibles, par Enrique Hauser. Paris, Masson et Cie, 1923; 1 fasc. 22^{cm}. (Présenté par M. Moureu.)

Cours d'électricité à l'usage de l'enseignement supérieur, scientifique et technique, par G. Bruhat. Paris, Masson et Cie, 1924; 1 vol. 24^{cm}. (Présenté par M. Brillouin.)

Communications et mémoires de l'Académie de marine; tome Ier, 1922. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1923; 1 vol. 25^{cm}. (Hommage de M. Laubeuf.)

Cinquanta anni di Storia italiana. Milano, Ulrico Hœpli, 1911; 3 vol. 27^{cm}.

Die rätische flora der kohlengruben bei Stabbarp und Skromberga in schonen, par Nils Johansson. Stockholm, Almqviet et Wiksells Boktryckeri-A.-B., 1922; 1 fasc. 31^{cm}.

Sur le calcul des grandes trajectoires des projectiles, par le comte de Sparre. Paris, Gauthier-Villars et Cie, et Louvain, F. Ceuterick, 1923; 1 fasc. 25^{cm}.

(*A suivre.*)

ERRATA.

—

(Séance du 4 février 1924.)

Note de M. *Charles Henry*, Sur la fonction $\Delta\lambda = \varphi(\lambda\theta)$ de la théorie du rayonnement :

Page 559, ligne 3 en remontant, *au lieu de* R, *lire* k.

Page 560, ligne 1 et au dénominateur de (1), *au lieu de* R, *lire* k; ligne 7, *au lieu de* ε_u, E_u, *lire* ε_λ, E_λ; formule (2), *au lieu de* —, *lire* + devant le dernier terme.

(Séance du 25 février 1924.)

Note de MM. *L. Escande* et *M. Ricaud*, Sur la similitude :

Page 754, ligne 18, *ajouter :*

On a obtenu une concordance encore meilleure entre le modèle de 4^{cm} de diamètre et un modèle de 24^{cm} de diamètre ; la divergence au coude disparaît alors.

Note de M. *Louis Breguet*, Sur la résultante aérodynamique moyenne d'un planeur à ailes en M aplati soumis latéralement à des pulsations aériennes horizontales :

Page 756, ligne 12, *au lieu de* distance moyenne, *lire* vitesse moyenne.

Page 757, formule (7), *au lieu de*

$$c'_z = \frac{1}{2}(c_{z_1} + c_{z_2}) = A\cos\gamma,$$

lire

$$c_z = \frac{1}{2}(c_{z_1} + c_{z_2})\cos\gamma = A\cos\gamma.$$

Note de M. *Jules Amar*, Coagulation et structure de l'œuf :

Page 805, avant-dernière ligne, *au lieu de* coagulants, *lire* décoagulants.